



## **GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA**

### **TREBALL FINAL DE GRAU**

---

# **EFFECTE SOBRE LA FUNCIO VISUAL DE CANVI INDUIT EN LA DEMANDA DE CONVERGÈNCIA EN VP.**

**CRISTHIAN MAHECHA DURANGO**

DIRECTORA: ROSA BORRÁS GARCÍA  
CODIRECTORA: ELVIRA PERIS MARCH  
DEPARTAMENT: ÒPTICA I OPTOMETRIA

**18 DE MAIG DE 2016**

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2016. Tots els drets reservats.



## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

El Sr./Sra. María Rosa Borràs García, com a director/a del treball y el Sr./Sra. Elvira Peris March com a codirector/a del treball

### CERTIFIQUEN

Que el Sr./Sra. Cristhian Mahecha Durango a realitzat sota la seva supervisió el treball *Estudi de la repetibilitat i la reproductibilitat de la mesura de fòries en visió propera* que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Sra. María Rosa Borràs García  
Directora del treball

Sra. Elvira Peris March  
Codirectora del treball

Terrassa, 18 de maig de 2016



## **AGRAIMENTS.**

Vull agrair a totes les persones que han col·laborat de manera directa o indirecta en aquest estudi i a totes aquelles que m'han donat suport cada dia.

En primer lloc agrair a les meves tutores , Rosa Borràs i Elvira Perís, per la seva col·laboració en aquest treball, pel seu constant suport i per l'orientació donada en tot.

En segon lloc, agrair la col·laboració dels alumnes de l'assignatura de Disfuncions de la Binocularitat de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa que han fet possible aquest estudi.

Als meus companys de grau per tots els moments viscuts durant aquests quatre anys a la facultat, ja que sense ells no hagués estat el mateix.

I per últim i no menys important, a la meva família i amics pel suport incondicional i continu.

A tots vosaltres:

Moltes gràcies.

**Cristhian Mahecha Durango.**



## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

# EFFECTE SOBRE LA FUNCIÓ VISUAL DE CANVI INDUÏT EN LA DEMANDA DE CONVERGÈNCIA EN VP.

## RESUM

Una de les opcions recomanades pel tractament clínic de les disfuncions de visió binocular és la prescripció de prismes de base nasal o temporal segons es tracti d'exofòries o endofòries. Amb aquest tractament s'espera un canvi en la binocularitat que permeti una visió binocular més confortable.

**OBJECTIU.** Estudiar l'efecte que sobre el sistema de vergències i la resposta acomodativa genera l'anteposició d'una lent prismàtica de base nasal i base temporal en visió propera.

**MÈTODE.** Es va realitzar l'estudi a una mostra de 45 individus entre 20 i 24 anys estudiants de la Facultat d'Òptica i Optometria. La part pràctica s'estructura en dues sessions de mesures. La primera sessió consta de l'examen visual en condicions habituals i una de les condicions experimentals en ordre aleatori. Mentre que a la segona sessió l'altre condició experimental contrària. En tots els casos, l'examen visual era de prop i consistia en les mesures de fòria horitzontal, reserves de divergència i convergència, fòria associada, estereopsis i retard acomodatiu. Les dues condicions experimentals consistien en anteposar davant de cada subjecte prismes de  $6\Delta$ BN o  $6\Delta$ BT de manera aleatòria i realitzar un altre vegada totes les proves indicades anteriorment.

**RESULTATS.** Segons les diferents proves realitzades s'observa que el fet d'anteposar un prisma ja sigui de base nasal o de base temporal afecta més significativament a les reserves tant de convergència com de divergència i a la fòria. Les altres proves no es veuen clínicament afectades pels prismes. També es troben certes diferències entre la resposta d'individus exofòrics i endofòrics en les reserves.

**CONCLUSIONS.** En general, quan avantposem davant del sistema visual un prisma de  $6\Delta$  de base nasal o temporal s'observa una variació en els valors de mesura de fòria i reserves en la direcció esperada de canvi. No obstant, la magnitud d'aquest canvi sempre és inferior a  $6\Delta$  el que ens permet concloure que hi ha una adaptació parcial al prisma.



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

# EFFECTO SOBRE LA FUNCIÓN VISUAL DE CAMBIO INDUCIDO EN LA DEMANDA DE CONVERGENCIA EN VISIÓN CERCANA.

## RESUMEN

Una de las opciones recomendadas para el tratamiento clínico de las disfunciones de la visión binocular es la prescripción de prismas de base nasal o temporal según se trate de exoforía o endoforía. Con este tratamiento se espera un cambio en la binocularidad que permita una visión binocular más confortable.

**OBJETIVO.** Estudiar el efecto que sobre el sistema de convergencias y la respuesta acomodativa genera la anteposición de una lente prismática de base nasal y base temporal en visión cercana.

**MÉTODO.** Se realizó el estudio a una muestra de 45 individuos entre 20 y 24 años estudiantes de la Facultad de Óptica y Optometría. La parte práctica se estructura en dos sesiones de medidas. La primera sesión consta del examen visual en condiciones habituales y una de las condiciones experimentales en orden aleatorio. Mientras que en la segunda sesión del otro condición experimental contraria. En todos los casos, el examen visual era de cerca y consistía en las medidas de foria horizontal, reservas de divergencia y convergencia, foria asociada, estereopsis y retraso acomodativo. Las dos condiciones experimentales consistían en anteponer ante cada sujeto prismas de  $6\Delta$ BN o  $6\Delta$ BT de manera aleatoria y realizar otra vez todas las pruebas indicadas anteriormente.

**RESULTADOS.** Según las diferentes pruebas realizadas se observa que el hecho de anteponer un prisma ya sea de base nasal o de base temporal afecta más significativamente a las reservas tanto de convergencia como de divergencia y a la foría. Las otras pruebas no se ven clínicamente afectadas por los prismas. También se encuentran ciertas diferencias entre la respuesta de individuos exofóricos y endofóricos en las reservas.

**CONCLUSIONES.** En general, cuando se antepone ante el sistema visual un prisma de  $6\Delta$  de base nasal o temporal se observa una variación en los valores de medida de foria y reservas en la dirección esperada de cambio. No obstante, la magnitud de este cambio siempre es inferior a  $6\Delta$  lo que nos permite concluir que hay una adaptación parcial al prisma



## GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

# EFFECT ON THE ROLE OF VISUAL INDUCED CHANGE IN DEMAND FOR CONVERGENCE IN NEAR VISION.

### ABSTRACT

One of the options recommended by the clinical treatment of disorders of binocular vision is based prescription nasal prisms or temporary depending on whether or exophoria or esophoria. This treatment is expected to change in binocularity that allows a comfortable binocular vision.

**PURPOSE.** To study the effect on the system of convergence and accommodative response generates a prismatic lens base in and base out basis eyesight.

**METHODS.** The study was conducted on a sample of 45 individuals between 20 and 24 students from the School of Optometry. The practical part is divided into two session measures. The first session consists of visual examination in normal conditions and the experimental conditions in random order. While in the second session against the other experimental condition. In all cases, the visual examination was about and consisted measures phoria horizontal convergence and divergence reserves, associated phoria, stereopsis and accommodative lag. The two experimental conditions consisted of each subject before putting prisms 6ΔBI or 6ΔBO randomly and do another once all the tests described above.

**RESULTS.** According to various tests is observed that the fact of putting a prism base either nasal or temporal basis affects more significantly to reserves both convergence and divergence and the phoria. The other tests are not clinically affected by prisms. They are also certain differences between the response of exophorics and exophorics individuals in reserves.

**CONCLUSIONS.** In general, when the visual system puts before a prism 6 Δ base nasal or temporal it is observed a variation in the measured values of phoria and. However, the magnitude of this change is always less than 6Δ allowing us to conclude that there is a partial adaptation to the prism.





## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

# EFFECT ON THE ROLE OF VISUAL INDUCED CHANGE IN DEMAND FOR CONVERGENCE IN NEAR VISION.

## SUMMARY

### INTRODUCTION

Binocular vision is defined as the ability of human beings to integrate two images in one. The brain perceives the signals coming from both eyes through nerve impulses and sending a unique response of three dimensions and this is perceived a single mixed image.

In humans, the existence of binocularity situation is normal and requires several conditions that must be given, if some of them fault, binocular vision is not possible. Thus, both eyes must keep eyes focused on the same object so that the brain is capable of being able to fuse the two images received and the images of both eyes must be of similar quality to the contrary the merger will not be possible. A reduced vision of one or both eyes can affect binocularity.

Although the above conditions are satisfied, this is not enough to ensure good binocular vision, there are other motor problems that can compromise the proper functioning of binocularity. Such as Phorias, according to Antonio Martin Tezanos (2001) defines a binocular dysfunction involving the diversion of visual axes latent, manifesting itself only when there is a visual stimulus in one eye.

Generally, small Phoria do not cause symptoms. However, when they are larger than the subject can tolerate, requires the person to do a lot of effort to keep their eyes aligned to avoid the diplopia. The relative convergences has an important role that will help the eyes are aligned, avoiding deviation and therefore double vision. The convergence is defined as the relative amount of convergence that can be put without changing the accommodation. When the phorias are not adequately compensated for the convergence or divergence of the visual system it is called unbalanced phoria and dysfunction of binocularity.

One option for treatment of disorders of binocular vision is prescribing prism because from a theoretical point of view, its effect will be to diminish the value of phoria and increases the reserve necessary to merge the image.

## OBJECTIVES

The main objective of this study is to evaluate in a sample of young students, the effect on the visual system that induces anteposition a prism-based nasal and temporal. This will allow us to determine if the change is caused in phoria and reserves is of the same magnitude and direction of the prism power or if there is a partial or total adaptation to the prism.

To study the effect over the vision we measured the follow values:

Phoria horizontal, checking divergence and convergence reserves, phoria associated horizontal and stereopsis delay accommodative.

Also, we are going to study the effect of these prisms between individuals and exophoric endophoric. This will check if the fact of putting a prism affects similar or not these individuals.

## METHODOLOGY

We conducted a study to show individuals between 20 and 24 students from the School of Optometry. All tests were performed at the same laboratory under the same lighting conditions and with the same instruments. Although the tests were carried out by two people, we reached an agreement to unify the methodology to be followed in each of the tests, results and notation of the instructions that were given to the participants.

All participants were performing the visual examination in three different conditions. One examination is in a normal working conditions in near vision and two examinations inducing a demand in the system convergence of  $6\Delta$  of base nasal and  $6\Delta$  of temporal basis. The order of the three conditions is random and is done in two sessions of measures to prevent fatigue of the subjects. The examinations are: horizontal phoria NV (Near Vision) (with Thorington modified method); convergence divergence NV (Near Vision) reserves (bar method with prisms); associated Phoria NV (Mallet Unit); Stereopsis in NV (Randot test); accommodative delay (Auto refractometer open field, WAM).

## RESULTS AND DISCUSSION

The sample for the study is from a total of 45 subjects, all students of 2nd year of Optics and Optometry of Terrasa. The total study participants included 17 men (37.78%) and 28 women (62.22%). The average age of the subjects is  $20.75 \pm 1.98$  years.

As first step we have made a descriptive analysis of the variables collected for each test and we calculated the average of the results, standard deviation, and the minimum and maximum sample.

Our results on the exam usually coincide with Morgan and Sheedy - Saladin. Just find differences in the measure of the BI (Based In) reserves compared to Morgan are lower, like Sheedy-of Saladin.

Regarding the effect when adding a prism  $6\Delta$ BI we observe that the phoria changes to a endophoria, BI (Base in) reserves decreased and BO (Base out) increase. Similarly  $6\Delta$ BO a prism, changes the phoria to an exophoria, BI reserves increase and decrease BO, just as expected in both cases. Regarding the magnitude observed in some cases, such as phoria or reserves, the prism does not do



the effect of 6 diopters, there is a certain prism adaptation on the part of individuals. Then we compared the results for each test.

**Comparison of results of the phoria and reserves in a regular examination and induced examinations.**

It is observed that both, the nasal prism base and temporary base, increases the phoria approximately the same magnitude, 3.5 -4 prism diopters.

Both results are expected because when we induce an endophoria the CRP increase and decrease CRN and against if we induce the exophoria decrease CRP and CRN increase as shown in the results.

The results are consistent and in the expected direction, but the magnitude affects different to the temporary bases and nasal bases. It is observed that the effect is strongest with a nasal prism base that with a temporary basis. We pay attention to the value of the recovery time putting  $6\Delta$ BI bases, which is almost equal to the power of the prism placed in front and the value of recovery  $6\Delta$ BO which does not reach 1 diopter difference.

**Comparison of results of the phoria associated, stereopsis and accommodative delay in examination and regular examinations and induced examinations.**

Thus it seems that there is not a great influence to induce the phoria (based either nasal or temporal) in the phoria associated. It is observed that in both cases the difference does not reach the prismatic diopter value therefore it is not clinically significant.

It can be seen that although the prisms put in front reduced stereoscopic vision, but this difference is really small that does not reach the 10 seconds of arc. Clinically is not considered because it is a very low degree of involvement.

The differences are insignificant because the difference in the two conditions is less than 0.1 diopter spherical therefore considers that putting a nasal prism base or temporal base does not have a significant clinical effect accommodative lag.

**Comparison of convergence reserves and divergence reserves differentiating between exophorics and endophorics subject.**

Ideally in a nasal reserves, the increase should be bigger in magnitude in endophorics than the exophorics and in the temporary reserves should increase more in exophorics individuals, but according to the results observed, it is exactly the opposite that we desired. There is a value that draws much attention, the effect of a nasal prism base in BO reserves in endophorics, which increases up to 17 prism diopters while only increases 2-3 $\Delta$  for the exophorics.

**Comparison of stereoscopic vision, fixation disparity and delay differentiating between exophorics and endophorics subject.**

Therefore observed that the results obtained in phorics associated, stereoscopic vision and accommodative lag do not have a relevant differences between exofòrics and endofòrics individuals.

## CONCLUSIONS

After analyzing the results, we have reached the following main conclusions regarding the study:

- When putting a prism  $6\Delta$  BI or BO, the magnitude of the phoria changes between approximately 3.5-4 prism diopters. This implies a partial adaptation to the prism and it has similar magnitude in both cases.
- When we put a nasal prism-based was observed a greater effect in temporary reserves than in the nasal reserves. Even we can say that in the temporary reserves base there is not adaptation with the prism. This behaviour is very important for clinical utility because the prescription of nasal prisms base is made in cases of low skills of convergence and in exophorics cases.
- When we observe a temporary bases prism we can see that the effect on nasal reservations is bigger than in the temporary bases, although in both cases there is a partial adaptation to the prism. This behaviour is very important for clinical utility because temporary bases prisms is made in cases of endophorics and low skills in divergences.
- There is not an important influence on inducing a phoria (based either nasal or temporal) on the phoria associated. It is observed that in both cases the difference does not reach the prismatic diopter value to be clinically significant.
- It can be seen that although the prisms put in front reduced stereoscopic vision, but this difference is really small that does not reach the 10 seconds of arc. Clinically is not considered because it is a very low degree of involvement.
- Relevant Clinical differences observed between endophorics and exophorics subjects in temporary reserves to putting  $6\Delta$ BN. While in exophorics the induced change is smaller than  $3\Delta$ , meaning that there is a partial prism adaptation, in the endophorics individuals increase their reserves in  $17\Delta$ . Indicating a superior response to the magnitude of change caused.
- It is observed that the results of the phoria associated, stereoscopic vision, and accommodative lag do not have relevant differences between exophorics and endophorics individuals

# ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. MARC TEÒRIC .....	2
2.1. VISIÓ BINOCULAR.....	2
2.2. FÒRIES I RESERVES .....	4
2.3. DISFUNCIONS BINOCULARS I CRITERIS DE PRESCRIPCIÓ PRISMÀTICA.....	5
2.3.1. Criteris per a la prescripció prismàtica.....	7
2.4. PRESCRIPCIÓ PRISMES .....	9
2.4.1. Efecte dels prismes sobre el sistema visual .....	9
2.4.2. Adaptació al prisma.....	10
3. OBJECTIUS .....	13
4. METODOLOGIA.....	14
4.1. SELECCIÓ DE LA MOSTRA .....	14
4.2. PRINCIPIS ÈTICS EN LA REALITZACIÓ D'ESTUDIS EXPERIMENTALS .....	15
4.3. DISSENY DE L'ESTUDI.....	15
4.4. PROTOCOL DE MESURES .....	17
5. RESULTATS I DISCUSSIÓ .....	22
5.1. DESCRIPTIUS DE LA MOSTRA .....	22
5.2. DESCRIPTIUS DE LES VARIABLES.....	22
5.3. COMPARACIÓ DE RESULTATS ENTRE L'EXAMEN HABITUAL I ELS EXÀMENS INDUITS ....	24
5.3.1. Comparació de resultats de la fòria .....	25
5.3.2. Comparació de resultats de les convergències relatives negatives i positives .....	25
5.3.3. Comparació de resultats de la fòria associada .....	27
5.3.4. Comparació de resultats de la visió estereoscòpica .....	27
5.3.5. Comparació de resultats del retard acomodatiu .....	28
5.4. COMPARACIÓ DE RESULTATS ENTRE SUBJECTES EXOFÒRICS I ENDOFÒRICS .....	28
5.4.1. Comparació de fòries i reserves .....	29
5.4.2. Comparació de la visió estereoscòpica, disparitat de fixació i retard acomodatiu...	32
6. CONCLUSIONS .....	35
7. BIBLIOGRAFIA .....	36
9. ANNEXOS.....	38

ANNEX I. FITXES EXAMEN HABITUAL .....	38
ANNEX II. FITXES EXÀMENS INDUITS.....	42
ANNEX III. INFORMACIÓ DE L'ESTUDI .....	46
ANNEX IV. CONSENTIMENT INFORMAT .....	47
ANNEX V. QÜESTIONARI DE SÍMPTOMES .....	48

## ÍNDEX DE TAULES

**Taula 5.1.** Descriptius de les variables (Examen habitual). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria.

**Taula 5.2.** Descriptius de les variables (Examen 6ΔBN). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria.

**Taula 5.3.** Descriptius de les variables (Examen 6ΔBT). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria.

**Taula 5.4.** Valors de normalitat de la fòria en visió propera segons els autors.

**Taula 5.5.** Valors de normalitat de les reserves en visió propera segons els autors.

**Taula 5.6.** Comparativa de resultats entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.7.** Comparativa de resultats de la fòria entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.8.** Comparativa de resultats de les CRN entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.9.** Comparativa de resultats de les CRP entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.10.** Comparativa de resultats de la DF entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.11.** Comparativa de resultats de l'estereopsis entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.12.** Comparativa de resultats del retard acomodatiu entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

**Taula 5.13.** Resultats de la fòrias en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Taula 5.14.** Resultats de les reserves tant de convergència com de divergència obtingudes en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Taula 5.15.** Diferència entre els resultats de les reserves entre les tres condicions d'examen diferenciant entre individus exofòrics i endofòrics.

**Taula 5.16.** Resultats de la disparitat de fixació obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Taula 5.17.** Resultats de l'estereopsis obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Taula 5.18.** Resultats del retard acomodatiu obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

## ÍNDIX DE GRÀFIQUES

**Gràfic 5.1.** Distribució en tant per cent del sexe en la mostra estudiada.

**Gràfica 5.2.** Comparació de la fòria en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Gràfica 5.3.** Comparació de les convergències relatives positives en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

**Gràfica 5.4.** Comparació de les convergències relatives negatives en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

## ÍNDIX DE FIGURES

**Figura 2.1** Representació de la visió monocular d'ambdós ulls i de la visió binocular.

**Figura 2.2** Fórmula de Percival per mesurar la quantitat de prisma necessari per compensar una heterofòria.

**Figura 2.3** Fórmula de Sheard per mesurar la quantitat de prisma necessari per compensar una heterofòria.

**Figura 2.4** Efecte d'un prisma sobre el sistema visual.

**Figura 2.5.** Gràfiques de l'adaptació de prismes en visió propera (figura esquerra) i en visió llunyana (figura dreta) extretes de l'estudi de Henson (1980).

**Figura 4.1.** Instruments utilitzats: (a) Auto refràctometre WAM, (b) Unitat de Mallet, (c) Tarja de Thorington, (d) Barra de prismas, (e) Test de Randot.

**Figura 4. 2.** Mesura de la disparitat de fixació amb la Unitat de Mallet anteposant un prisma de BT davant la pacient.

**Figura 4.3.** Mesura de la fòria amb el mètode de Thorington.

**Figura 4. 4.** Mesura de l'estereopsis amb el Test de Randot.

**Figura 4.5.** Mesura de les reserves amb la barra de prismes.

**Figura 4.6.** Mesura de la refracció en VP amb el WAM.



**Figura 4.7.** Qüestionari de Borsting et al 2003 pels símptomes d'insuficiència de convergència.

## **ÍNDEX D'ANNEXOS.**

**Annex I.** Fitxes examen habitual.

**Annex II.** Fitxes exàmens induïts.

**Annex III.** Informació de l'estudi.

**Annex IV.** Consentiment informat.

**Annex V.** Qüestionari de símptomes.

# 1. INTRODUCCIÓ.

La visió és un dels sentits més importants que tenim per interpretar tot el que passa al nostre voltant, és una component fonamental per a relacionar-nos.

No només n'hi ha prou amb tenir dos ulls amb estructures aparentment correctes sinó que hem d'avaluar el seu correcte funcionament. En aquest aspecte entren diversos conceptes, un d'ells és la visió binocular, en la qual ens centrarem.

Es defineix com a visió binocular la capacitat de l'ésser humà per poder integrar dues imatges en una mateixa, és a dir el cervell rep dues imatges una de cada ull, les quals es fusionen formant només una.

Però no n'hi ha prou amb percebre només una imatge, sinó que cal valorar una bona qualitat i que no ocasioni problemes de sobre esforç al nostre sistema visual.

Un dels problemes més habituals que podem patir les persones en el nostre sistema visual és una disfunció binocular que pot ser en visió llunyana, en visió propera o totes dues. Dins d'aquestes disfuncions les més comunes són les fòries, i dins d'elles tenim les verticals i horitzontals, de les quals les més habituals són les horitzontals. Les fòries es defineixen com una disfunció binocular consistent en la desviació latent dels eixos visuals, manifestant-se únicament quan no hi ha un estímul visual en un dels dos ulls.

Aquestes disfuncions si no es troben compensades per les seves corresponents reserves, la persona presentaria importants símptomes com ara visió borrosa, mal de cap, marejos, picor als ulls o rebuig a certes tasques. Una de les possibles solucions és prescriure prismes de tal manera que els eixos visuals s'alineïn.

Per tant, com afecten aquestes disfuncions binoculars a la nostra visió? A partir dels nostres estudis induïrem una fòria al pacient i observarem que passa amb les seves reserves, l'estereopsis, el retard acomodatiu i la disparitat de fixació. Per a això anteposarem un prisma de base temporal i nasal al pacient amb el seu corresponent defecte refractiu corregit.

Un altre aspecte important el qual comentarem més endavant és l'adaptació de prismes en els pacients, és a dir, a l'anteposar un prisma d'una quantitat concreta, aquest prisma no fa l'efecte desitjat d'alinear els eixos visuals del pacient i el pacient torna al seu estat inicial de desalineament.

Per tant més endavant podrem comprovar com afecta un prisma a la nostra binocularitat, si obtenim els efectes esperats o no, si afecta igual a persones exofòriques o endofòriques, o si és igual per a dones que per a homes, entre altres coses.

## 2. MARC TEÒRIC

En aquest apartat es consideraran els aspectes principals sobre la visió binocular, així com les disfuncions binoculars a on aprofundirem en les fòries descompensades i comentarem la relació entre la demanda (fòria) i les reserves a partir de dels dos criteris de prescripció Sheard i Percival. Dins les diferents possibilitats de tractament davant una disfunció binocular ens centrarem en la prescripció prismàtica on parlarem sobre el seus efectes i del fenomen de l'adaptació a prismes.

### 2.1. VISIÓ BINOCULAR.

Es defineix com a visió binocular la capacitat de l'ésser humà per integrar dues imatges en una mateixa. El cervell percep els senyals que provenen de tots dos ulls a través dels impulsos nerviosos, aquests es fusionen enviant una resposta única en tres dimensions i d'aquesta manera percebem una única imatge fusionada.

Una bona visió binocular depèn de factors com l'anatomia de l'aparell visual, el sistema motor que coordina el moviment dels ulls i el sistema sensorial a través del qual el cervell rep i integra les imatges percebudes per cada un dels ulls.

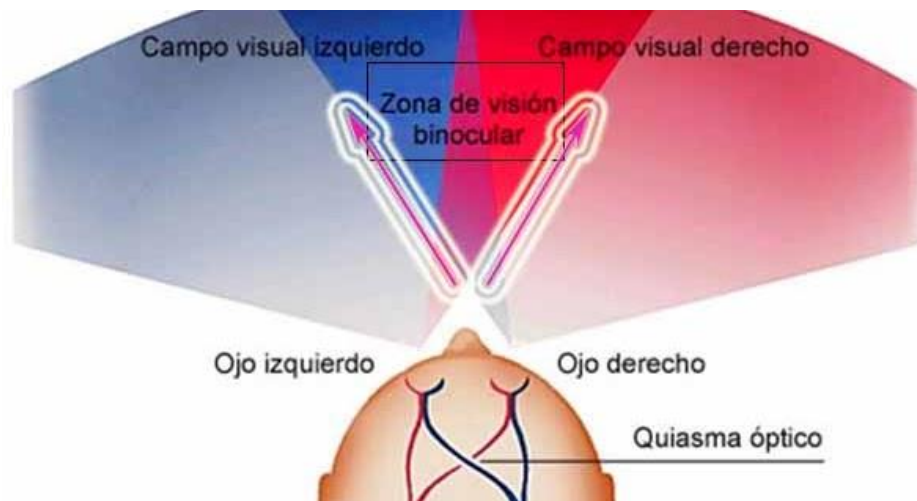
Podem classificar la visió binocular en tres estadis:

- **Estadi I:** no existeix superposició de les dues imatges retinianes.
- **Estadi II:** existeix fusió neural entre les dues imatges.
- **Estadi III:** existeix fusió neural amb percepció de profunditat (visió estereoscòpica).

Segons expliquen els doctors Enrique Bueso i Mercedes Serrador (2004, Servei d'Oftalmologia de l'Hospital Universitari Clínic San Carlos de la Comunitat de Madrid) la presència d'anomalies en qualsevol d'aquests sistemes pot afectar la visió binocular i inclús, fer-la impossible. Per tant caldria investigar les tres parts del sistema a l'hora de considerar les dificultats binoculars de cada pacient en particular.

En l'ésser humà, l'existència de binocularitat és la situació normal i exigeix de diverses condicions que s'han de donar. Si alguna falla, no obtenim visió binocular

- **Els dos ulls han de mantenir la mirada centrada en el mateix objecte.** Per tant els eixos visuals convergeixen en el mateix lloc.
- El cervell ha de ser capaç de **poder fusionar les dues imatges percebudes.** De les dues teòriques imatges que vénen de cada ull, el cervell aconsegueix "crear" una que és una barreja de les dues.
- Necessitem tenir una **bona visió per a cada un dels ulls.** Si un ull no hi veu bé, encara que tots els altres requisits es compleixin, no és possible que tinguem visió binocular. Una visió reduïda d'un o d'ambdós ulls pot afectar a la binocularitat.



**Figura 1.1** Representació de la visió monocular d'ambdós ulls i de la visió binocular.

Com hem esmentat abans una de les condicions que s'han de complir per tal de no comprometre la visió binocular és que tots dos ulls estiguin enfocant un mateix objecte. Quan aquesta situació de paral·lelisme no es dona estem parlant d'un **estrabisme**.

Segons l'Acadèmia Americana d'oftalmologia (AAO, 2007) l'estrabisme és un problema visual que consisteix en la pèrdua de paral·lelisme de tots dos ulls, això fa que els ulls no estiguin alineats correctament i apuntin en diferents direccions. És a dir, mentre un ull dirigeix la mirada l'objecte d'interès, l'altre es desvia en una direcció diferent. Afecta per tant a tots dos ulls, però el més habitual és que un dels ulls tingui millor agudesa visual i enfocament al capdavant, mentre que l'altre, amb menor agudesa visual, serà el que es situï en una posició no paral·lela.

A vegades la desviació no s'aprecia amb facilitat, però en els casos severs ocasiona problemes estètics i de visió importants. A més d'altres tipus de classificacions que existeixen, en termes generals l'estrabisme es divideix en horitzontal; l'ull desviat es desplaça bé cap en dins o cap en fora i vertical; l'ull desviat va cap amunt o cap avall. No obstant això, hi ha casos d'estrabisme en què es donen diverses combinacions.

Per tant seguint la definició de visió binocular, l'estrabisme posaria en joc la seva efectivitat ja que cada ull està rebent una imatge diferent i per tant el cervell no és capaç d'integrar les dues imatges en una de sola.

Una altra condició que s'ha de complir per un correcte funcionament de la visió binocular, és la bona visió per part dels dos ulls, això implica l'absència d'una ambliopia.

Segons Darron A. Bacal (2004) l'ambliopia és una disminució de l'agudesa visual sense que hi hagi cap lesió orgànica que la justifiqui. És a dir que l'agudesa visual de l'ull que es considera ambliop no arriba al 100% encara utilitzant la millor correcció òptica.

Hi pot haver algun defecte a l'ull (miopia, hipermetropia), però aquest no justifica la pèrdua de visió amb correcció. Generalment l'afectació és unilateral i es produeix com a conseqüència de falta d'estimulació visual adequada durant el període crític de desenvolupament visual, el que afecta els mecanismes neuronals encarregats de la visió.

Hi ha diferents tipus i causes d'ambliopia: Ambliopia per estrabisme, ambliopia per privació i ambliopia refractiva. El resultat final de totes les formes d'ambliopia és disminució en la visió d'un o ambdós ulls afectats.

- **Estrabisme.** Quan els ulls estan desviats i cadascun apunta en una direcció, es produeixen imatges diferents, i es produeixen, per això, mecanismes adaptatius que porten a la supressió de la imatge de l'ull desviat, i la consegüent ambliopia d'aquest ull, a causa de la interacció binocular anormal.
- **Privació.** Al privar al cervell de la visió nítida de les formes, aquest "tria" l'ull a través del qual rep les imatges més clares, i suprimeix aquelles que provenen de l'ull afectat. Això passa en casos d'alteració de la transparència dels mitjans oculars (com, per exemple, cataractes, opacificacions corneals i hemorràgies en el vitri, ptosi).
- **Anisometropia.** Quan el defecte refractiu està present en un sol ull o en tots dos, però de diferent magnitud, si no es corregeix adequadament amb lents, es produirà ambliopia l'ull que presenta l'ametropia més gran, ja que el cervell preferirà l'ull sa.

### 2.2. FÒRIES I RESERVES.

Tot i no presentar un estrabisme o una ambliopia, no és suficient per garantir una bona visió binocular, ja que n'hi ha d'altres problemes motors que poden posar en compromís el correcte funcionament de la binocularitat.

És el cas de les fòries, segons Antonio Martín Tezanos (2001) les defineix com una disfunció binocular consistent en la desviació latent dels eixos visuals, manifestant-se únicament quan no hi ha un estímul visual en un dels ulls. Les fòries són assumides per tots dos ulls, al tapar i destapar els dos ulls refereixen el mateix angle de desviació.

- **EIX VISUAL.** Segons Ronald B. Rabbets i Arthur G. Bennett (1989) es defineix com la línia imaginària que ha d'unir l'objecte o punt de fixació visual amb la zona ocular foveal de la retina.

Hi ha tres característiques principals que descriuen les fòries i que són importants a l'hora d'avaluar-les:

- **Direcció de la desviació.** Quan existeix una desviació latent dels ulls podem descriure la seva direcció en: horitzontal (endofòria o exofòria), vertical (hiperfòria, hipofòria) o ciclo (exociclofòria, endociclofòria).
- **Magnitud de la desviació.** És la quantitat de prisma necessari per compensar la desviació de l'ull i portar la imatge fins el punt foveal.

- **Comitència de la desviació.** Entenem com a comitència la constància de la magnitud de la fòria en totes les direccions de mirada per una distància de fixació determinada. Mentre que les incomitants són aquelles que varien de magnitud en diferents direccions de mirada.

Generalment, les fòries petites no presenten símptomes. No obstant això, quan són més grans del que el subjecte tolera, obliga a la persona a exercir una gran quantitat d'esforç perquè els seus ulls es mantinguin alineats i no es produeixi diplopia.

Aquí entren en lloc les convergències relatives que ajudaran a que els ulls estiguin alineats, evitant una desviació i per tant visió doble. La **convergència relativa** es defineix com la quantitat de convergència que es pot posar en joc sense variar l'acomodació. N'hi ha de dos tipus, la convergència relativa negativa i la convergència relativa positiva.

- **Convergència Relativa Negativa (CRN).** Màxima convergència que un subjecte és capaç de relaxar sense variar el pla d'acomodació, s'avalua estimulant la convergència amb prisma de base nasal.
- **Convergència Relativa Positiva (CRP).** Màxima convergència relativa que es pot posar en joc mantenint el pla d'acomodació, s'avalua estimulant la convergència amb prisma de base temporal.

Si no s'aplica algun tractament de correcció la fòria podria conduir a problemes astenòpics com fatiga, mal als ulls, visió borrosa, mal de cap i ocasionalment, visió doble.

### 2.3. DISFUNCIONS BINOCULARS I CRITERIS DE PRESCRIPCIÓ PRISMÀTICA.

Quan la demanda de la fòria és superior a les capacitats de la persona existeix un sobreesforç per tal de mantenir els eixos visuals alineats i és quan sorgeixen els símptomes. El fet que tots dos ulls no es coordinin correctament per dirigir la mirada cap a un objecte determinat, ja sigui a una distància propera, llunyana o totes dues i a més no presentar unes bones convergències relatives per compensar aquesta desviació dels eixos, podem sospitar de la presència d'una **disfunció binocular**.

Silva D. (2014) defineix les disfuncions binoculars com aquelles en què els ulls no es coordinen adequadament per treballar en forma conjunta produint dificultats per aconseguir un òptim rendiment visual. Les disfuncions binoculars no estràbiques solen passar desapercebudes en exàmens visuals convencionals, ja que estèticament els ulls estan alineats, però causen



importants símptomes com ara: visió borrosa, mal de cap, marejos, picor d'ulls, ulls vermells o rebuig a certes tasques.

Es considera important determinar la relació entre la fòria i les reserves per valorar si existeix o no una disfunció binocular i també poder entendre l'origen de la simptomatologia del pacient

No té cap sentit clínic mesurar el valor de la fòria si no és comparat amb el de les convergències relatives (també anomenades reserves fusionals de vergència). Un cop obtenim els valors de fòria i de les seves corresponents reserves, la relació entre aquests dos valors determinaran si la fòria està compensada o no.

Per conèixer aquesta relació i saber si una fòria està compensada hi ha diversos criteris que permeten saber-ho. Entre els que relacionen la mesura de la fòria i les reserves fusionals, destaquen els criteris de **Sheard i Percival**. Tant un com l'altre desenvolupen certes normes per identificar si en condicions d'heterofòria aquesta està compensada o no. Aquests criteris es basen en comparacions internes, és a dir que es comparen resultats obtinguts de diferents proves però tots ells sent relatius a una mateixa persona.

També s'utilitza la mesura de la **fòria associada** com a criteri de prescripció. Ogle va descriure per primer cop a l'any 1949 el concepte de disparitat de fixació suggerint que està relacionada amb la força que realitzen els músculs extraoculars per tant de poder realitzar la fusió de les imatges. D'aquesta manera defineix la disparitat de fixació com una condició que pot produir-se durant la fixació binocular d'un objecte de manera que les imatges no es formen exactament en punts retinians corresponents però encara es troben dins de les àrees fusionals de Panum corresponents.

El valor de tolerància de les vergències està determinat per aquesta àrea de fusió de Panum que permet que no sigui necessari que la imatge es projecti en punts corresponents de la retina per tal que es produeixi fusió sensorial i l'objecte sigui percebut simple, sinó que la imatge pot caure en una determinada àrea mantenint-se visió haplopica. Pel contrari si qualsevol punt es projecta fora de l'àrea de Panum o si els eixos es creuen més enllà de l'espai de Panum, l'objecte es veurà en diplopia.

És a dir, la disparitat de fixació és una condició compatible amb l'existència de visió binocular simple, però indica una situació anòmla de la visió binocular que reflecteix l'estrès del sistema de vergències per mantenir la fusió de les imatges rebudes per cada ull.

Gràcies a l'àrea de Panum, ocorre l'anomenada correspondència punt-àrea, responsable que en petites desviacions en un ull no produeixin diplopies. D'aquesta manera tant per davant com per darrere del punt de fixació ha d'haver una zona on no hi haurà diplopia, causa de l'existència d'aquesta àrea. A aquesta petita desviació de fixació és la que coneixem com **disparitat de fixació**.

La disparitat de fixació es produeix com un efecte fisiològic amb l'objectiu d'evitar la diplopia. Malgrat això, la presència de la disparitat de fixació deguda al estrès del sistema de vergències es produeix com una situació anòmla per mantenir la visió binocular quan n'hi ha una incapacitat de neutralitzar una heteroforia. Els estudis demostren que la disparitat és molt útil per l'avaluació del sistema binocular i acomodatiu, classificant-la en horitzontal o vertical. Tot i que la disparitat afecta a l'estereopsis independentment si es horitzontal o vertical, es considera que la disparitat horitzontal presenta major importància en l'observació dels objectes en profunditat, tal i com expliquen Tomás Juan J. i Piñero Llorens (2015)

Un cop definit el concepte de disparitat de fixació definirem la fòria associada com la quantitat de prisma requerit per reduir la disparitat de fixació a zero. A diferència de la fòria dissociada, la fòria associada es determina en condicions de visió binocular. Per a la seva valoració mai es dissocia la visió binocular.

### 2.3.1 Criteris per a la prescripció prismàtica.

El **criteri de Percival** recomana que les dues convergències relatives determinades amb prismes BN i BT no estiguin excessivament desequilibrades, de manera que la de menys valor ( $m$ ) sigui com a mínim la meitat de la reserva de major quantitat ( $M$ ). Per tant s'ha de complir que  $m \geq M/2$ .

El criteri de Percival afirma que el punt de demanda d'un pacient hauria d'estar idealment situat en el terç central (àrea de confortabilitat) de l'interval de convergència relativa. Quan parlem de convergència relativa ens referim al valor de borrositat o ruptura en les proves de convergències relatives (CR).

La utilitat del criteri de Percival és principalment acceptat per la prescripció prismàtica en les endofories en VP.

$$\Delta = \frac{1}{3}M - \frac{2}{3}m$$

**Figura 2.2** Fórmula de Percival per mesurar la quantitat de prisma necessari per compensar una heterofòria.

. On **M** és el límit de reserva de major quantitat, i **m** el límit de reserva de menor quantitat. El valor obtingut d'aquesta fórmula serà el valor necessari a repartir entre tots dos ulls per tal de compensar l'heterofòria del pacient

El **criteri de Sheard** imposa que el valor de la reserva fusional (R) sigui, com a mínim, el doble que el valor de la fòria o demanda (D). Per tant s'ha de complir que  $R \geq 2D$ , si això es compleix, s'admet que el pacient no ha de presentar una disfunció de binocularitat.

Sheard es va basar en que tot sistema ha de tenir unes certes reserves per fer front a possibles pressions a les que pot ser sotmès. En aquest cas les pressions a les quals una persona hauria de fer un cert esforç són les heterofòries. S'ha demostrat la utilitat del criteri de Sheard en casos d'exoforia tan en visió llunyana (VL) com en visió propera (VP).

$$\Delta = \frac{2}{3} D - \frac{1}{3} R$$

**Figura 2.3** Fórmula de Sheard per mesurar la quantitat de prisma necessari per compensar una heterofòria.

Com s'ha esmentat anteriorment D representa el valor de la fòria i R el valor de reserva del pacient. Igual que en el cas del criteri de Percival el valor obtingut d'aquesta fórmula serà el valor necessari a repartir entre tots dos ulls per tal de compensar l'heterofòria del pacient.

En el **criteri de la fòria associada** molts professionals defensen la importància de la fòria associada per a l'eliminació dels símptomes. Abans de prescriure el valor prismàtic definitiu, cal provar els prismes compensadors durant almenys deu minuts. Passat aquest temps, es torna a mesurar la fòria associada i, si aquesta torna al valor inicial vol dir que el mecanisme d'adaptació de vergències és massa fort per compensar-se amb el prisma, de manera que no tindrà cap benefici clínic. D'altra banda, si la fòria associada és nul·la després de la prova, constituirà la prescripció definitiva i serà el tractament d'elecció, tal i com ens expliquen Matilla i Bueno (2005)

Diversos estudis demostren que pacients amb endofòries tendeixen a tenir major disparitat de fixació i més símptomes encara que es tracti de petites quantitats de heterofòria suggerint que en la pràctica clínica disparitats de fixació superiors a 6 minuts d'arc en exodisparitat de fixació i 4 minuts d'arc en endodisparitat de fixació s'han de considerar d'importància diagnòstica.

### 2.4. PRESCRIPCIÓ DE PRISMES.

#### 2.4.1 Efecte dels prismes sobre el sistema visual.

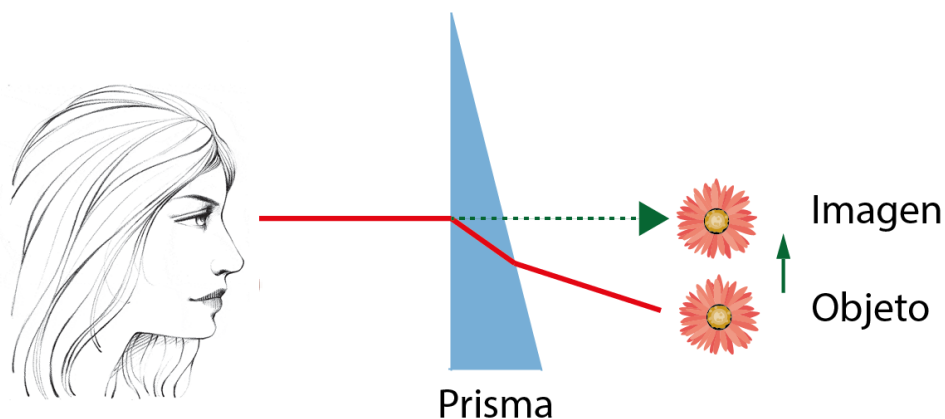
Davant una disfunció binocular detectada tenim, amb la finalitat d'eliminar o reduir la simptomatologia que presenta el pacient, tres alternatives de prescripció: prescriure lents esfèriques negatives o positives amb l'objectiu d'actuar sobre la demanda acomodativa i disminuir el valor de la fòria, fer teràpia visual amb l'objectiu d'augmentar les reserves fusionals de forma que la fòria es trobi compensada, o prescriure prismes amb l'objectiu de modificar la vergència del estímul visual i disminuir la mesura de la fòria. Tot depèn del tipus de disfunció binocular, l'error refractiu del pacient, l'edat, etc per establir l'opció de tractament més convenient.

L'opció de prescripció de prismes serà la correcta sempre i quan obtinguem els resultats desitjats i esperats per cada disfunció binocular.

Un prisma davant el sistema visual té dos efectes importants, per una banda un dels efectes indesitjats dels prismes oftàlmics en la visió són les aberracions que presenten, sobretot per a potències prismàtiques elevades, ja que la **dispersió de la llum** serà proporcional a la potència del prisma. Serà un factor limitant en la prescripció prismàtica ja que davant d'elevades prescripcions, els pacients presentaran halos cromàtics.

L'aberració cromàtica (dispersió de la llum) és una de les més manifestes, a més de la distorsió de la imatge, que es produeix a causa de la falta de constància de l'angle de desviació des de la base al vèrtex, i es manifesta més en la direcció de la base del prisma.

D'altra banda un altre efecte del prisma és la **desviació de la posició de les imatges** cap al vèrtex del prisma aquest desplaçament de les imatges serà de major quantitat contra més potència prismàtica hi hagi.



*Figura 2.4 Efecte d'un prisma sobre el sistema visual.*

Aquest efecte és el que ens permet disminuir el valor de la fòria ja que el prisma apropa la imatge a la posició dels eixos visuals. D'aquesta manera si fem una nova mesura de la fòria obtindrem una variació d'aquesta.

Si a un individu que presenta una **exofòria** de 10 diòptries prismàtiques en visió propera li anteposem un prisma de BN, estem apropant la posició de la imatge cap al seu eix visual i com a conseqüència la exofòria disminueix. Si per contra anteposem un prisma de BT estem allunyant la posició de la imatge respecte al seu l'eix visual i per tant el valor de la desviació augmenta. Així mateix l'anteposició de prismes variarà la magnitud de les reserves fusionals d'aquesta persona. En aquest cas si s'anteposa un prisma de BN davant el sistema visual i mesurem les CRN (reserves fusionals negatives) la nova mesura hauria de disminuir en la mateixa magnitud del prisma. Si per el contrari mesurem les CRP (reserves fusionals positives) aquestes es veurien augmentades de forma proporcional a la potència del prisma.

Per tant en casos d'exofòria (mesurada amb BN) amb unes reserves de convergència (mesurades amb BT) insuficients, l'efecte d'un prisma de base nasal en el sistema visual es lo que permet disminuir la fòria (demanda) i augmentar reserves. També en aquest cas d'exofòria, el fet d'anteposar un prisma de BN provoca en el sistema visual un augment de les reserves de convergència (CRP) necessàries per compensar la fòria i disminució de les reserves de divergència (de poca utilitat en cas d'exofòria).

De forma anàloga passa en els casos d'endofòria (mesurada amb BT) amb unes reserves de divergència (mesurades amb BN) insuficients, on l'efecte d'un prisma de base temporal en el sistema visual permet disminuir la fòria (demanda) i augmentar les corresponents reserves. D'aquesta manera el fet d'anteposar un prisma de BT provoca sobre el sistema visual un augment de les reserves de divergència (CRN) necessàries per la compensació de la fòria i disminució de les reserves de convergència (de poca utilitat en cas d'endofòria).

### 2.4.2. Adaptació al prisma.

Un altre aspecte important sobre els prismes, és el concepte d'adaptació. Bueno i Matilla (2005) indiquen que si a una persona amb bona visió binocular li mesurem la fòria i tot seguit s'anteposa una lent prismàtica, el sistema visual no respon de forma exacta a la magnitud del prisma anteposat, sinó que compensa en major o menor quantitat el seu efecte. Per tant si amb aquestes condicions passem de nou a mesurar la fòria trobarem nous valors que estan condicionats per la presència de la lent prismàtica i de l'adaptació al prisma del subjecte.

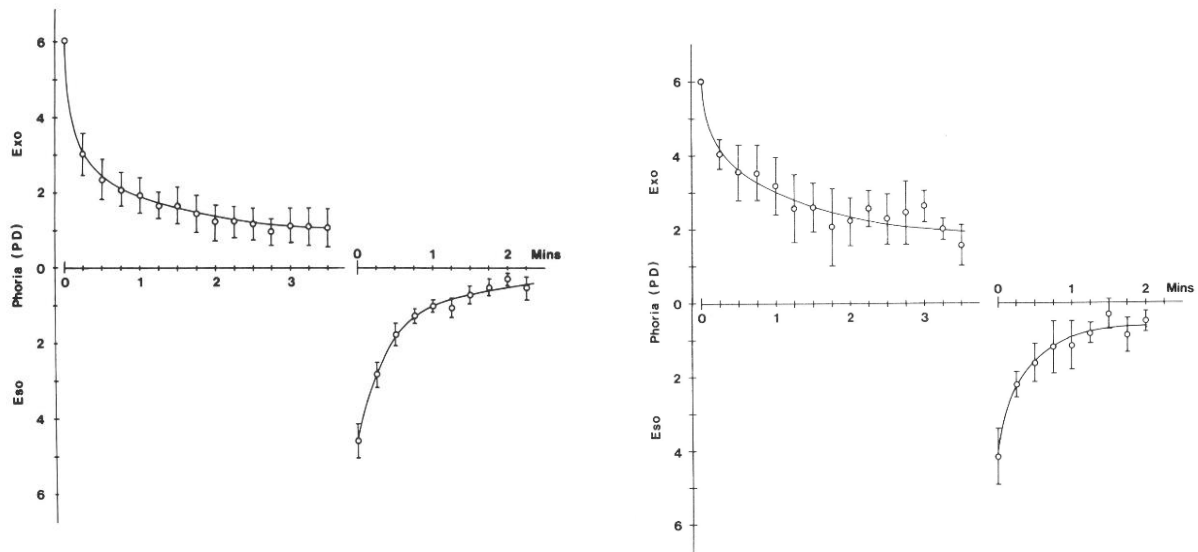
Així, a mesura que passa el temps amb el prisma col·locat, la fòria va variant de manera gradual fins a arribar a un valor similar al que es va registrar abans de col·locar el prisma. És a aquest fenomen d'adaptació de les vergències al que s'anomena **adaptació a prismes**. En principi aquest concepte s'ha d'entendre com un mecanisme oculomotor que redueix de mica en mica l'efecte prismàtic, encara que de forma variable segons cada individu. Aquesta adaptació prismàtica es dona independentment de la direcció de mirada. També inclou aquest concepte els post efectes oculomotors i sensorials després d'un ús prolongat amb prismes.

Per tant es podria pensar que els prismes no tenen efectivitat ja que al poc temps d'anteposar un prisma, el sistema visual podria tornar al seu estat inicial de fòria i conseqüentment caldria augmentar de nou la potència prismàtica per aconseguir l'efecte desitjat. Però per contra, l'experiència reflectida en nombrosos estudis (Rachel North, Henson, Burke 1981-1983) mostra que els pacients amb problemes de visió binocular i que a més a més tenen símptomes d'astenopia visual presenten més dificultat i no són capaços de adaptar-se totalment als prismes. De tal manera que els prismes fan la funció de desplaçar la imatge dels objectes i alleujar els símptomes.

En l'estudi de Rachel North i David B. Henson (1981) es va estudiar l'adaptació a prismes en 15 pacients amb una visió binocular deficient o amb problemes de astenopia. Es va trobar que la majoria d'ells tenien una pobra adaptació al prisma tant de base nasal com de base temporal, excepte dos subjectes que van ser capaços d'adaptar-se al prisma anteposat. Mentre que en altres estudis (Rachel North, 1980) es va demostrar que els subjectes amb visió binocular normal tenien més facilitat per adaptar-se al prisma anteposat i gairebé la majoria, però no tots, es van adaptar sense cap problema.

Segons estudis de Henson (1980) el temps de màxima adaptació al prisma és inferior o igual a 1 minut amb lleugeres diferències entre BN i BT a partir d'aquest minut inicial la corba d'adaptació al prisma és pràcticament asimptòtica horitzontal com es pot observar en la següent gràfica extreta de l'estudi de Henson.





**Figura 2.5.** Gràfiques de l'adaptació de prismes en visió propera (figura esquerra) i en visió llunyana (figura dreta) extretes de l'estudi de Henson (1980).

A més Henson va diferenciar l'adaptació de prismes tant en visió propera com en visió llunyana. Es pot observar una adaptació simètrica en totes dues distàncies tant per bases nasals com temporals, però amb una major adaptació als prismes en visió propera. Un estudi de Tuff L. C (2000) demostra no existir diferència en l'adaptació d'un prisma de base nasal o temporal, adaptant-se de la mateixa manera. A més va trobar que l'adaptació del prisma tenia lloc en un temps inferior a 2 minuts.

### 3. OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest treball, és avaluar en una mostra de joves d'entre 20 i 24 anys, mitjançant l'anteposició d'un prisma de base nasal i temporal, el canvi que es produeix en la demanda de convergència en visió propera. Les proves a comparar són:

- Fòria horitzontal en VP.
- Reserves tant de divergència com de convergència en VP.
- Fòria associada en VP.
- Estereopsis en VP.
- Retard acomodatiu.

En aquest capítol comparem els resultats obtinguts en les diferents proves realitzades a l'estudi diferenciant entre individus exofòrics i endofòrics. D'aquesta manera comprovarem si el fet de anteposar un prisma de la base que sigui afecta per igual o no a individus exofòrics i endofòrics.

També avaluarem en quin grau i de quina manera afecta un prisma de base nasal i temporal a un grup d'individus exofòrics i a un grup endofòrics a cadascuna de les proves realitzades.

## 4. METODOLOGIA

En aquest capítol es detalla el protocol d'actuació que s'ha seguit per dur a terme la part experimental d'aquest projecte. A més es parlarà de l'organització per realitzar aquest treball: la mostra seleccionada, els instruments i material necessari per la part experimental, el protocol de mesura i l'anàlisi estadístic emprat.

### 4.1 SELECCIÓ DE LA MOSTRA.

La mostra inicial seleccionada per dur a terme aquest treball és de 48 subjectes, tots ells alumnes de l'assignatura Disfuncions de la Visió Binocular, assignatura de 2<sup>o</sup> curs del Grau d'Òptica i optometria.

Els requisits i les condicions que han de complir per forma part de l'estudi són:

- Edat compresa entre 20-24 anys.
- Defecte refractiu <entre +5.00 i -5.00 diòptries esfèriques.
- Astigmatisme < -2.50 diòptries cilíndriques.
- Agudesia visual monocular habitual en VL en VP > 0.8
- No presentar història d'estrabisme, ambliopia o supressions.
- No presentar cap patologia ocular.
- No estar sotmès a cap cirurgia ocular.

Totes les persones que no complien algun dels requisits esmentats anteriorment van ser exclosos del estudi. Cal dir que només tres individus de la mostra inicial van ser exclosos, dos per suprimir un dels ulls i l'altre, per presentar diplopia (durant les proves ) a l'anteposar un prisma, tant de base de nasal com de base temporal.

Així doncs la mostra final per realitzar aquest estudi és de 45 subjectes.

Abans de començar amb les sessions de mesura de dades, cada pacient va ser informat dels objectius de l'estudi i va firmar el consentiment informat. A continuació havia de respondre el qüestionari de Borsting et al 2003, traduït al castellà que tracta d'un qüestionari de 15 preguntes per saber si els subjectes presenten símptomes d'insuficiència de convergència. Un cop signat el consentiment i haver respost el qüestionari, passàvem a realitzar les proves seleccionades per dur a terme aquest estudi.

Cal dir que la identitat de la persona és anònima en la notació dels resultats i que a cadascun dels pacients els hi vam assignar un número.

### 4.2 PRINCIPIS ÈTICS EN LA REALITZACIÓ D'ESTUDIS EXPERIMENTALS.

Abans de realitzar un estudi o una investigació, s'han de conèixer els requisits ètics, jurídics i legals, especialment quan la investigació és realitzada en éssers humans.

L'Associació Mèdica Mundial (AMM) ha promulgat la Declaració de Hèlsinki com una proposta de principis ètics per a la investigació mèdica en éssers humans, incloent la investigació del material humà i d'informació identificable. És per aquest motiu, que el nostre estudi es basarà en la declaració de Hèlsinki, document internacional molt important en la ètica d'investigació biomèdica aplicable des del juny del 1964 que s'utilitza quan es duen a terme diversos estudis amb éssers humans.

Alhora de protegir les dades personals s'ha seguit la Llei Orgànica 15/1999, del 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal i la llei 41/2002, del 14 de novembre, reguladora de l'autonomia del pacient i dels drets i les obligacions en la matèria d'informació i documentació clínica, que contenen les directrius que s'han de seguir per fer efectiu el deure del secret. (Agencia estatal boletín oficial del estado, 1999)

Les proves que s'han realitzat no són invasives però vam explicar a cada individu que va participar en l'estudi les condicions d'aquest abans de la realització i cada un va llegir i signar un document anomenat consentiment informat (Annex IV)

### 4.3 DISSENY DE L'ESTUDI

Totes les proves es van realitzar al mateix laboratori, amb les mateixes condicions d'il·luminació i amb els mateixos instruments. Tot i què les proves varen ser realitzades per dues persones es va arribar a un acord per unificar la metodologia que s'havia de seguir en cada una de les proves realitzades, la notació dels resultats i les instruccions que es donaven als participants.

A continuació detallem el material que va ser necessari per la realització de les proves en totes dues sessions:

- Barra de prismes per la mesura de les reserves.
- Tarja de Thorington per mesurar la fòria horitzontal.
- Test de Randot per mesurar el grau d'estereopsis.
- Auto refractòmetre de camp obert per la mesura de la refracció tant en VL com en VP.

- Unitat de Mallet per mesurar la disparitat de fixació.



Figura 4.1. Instruments utilitzats: (a) Auto refràctometre WAM, (b) Unitat de Mallet, (c) Tarja de Thorington, (d) Barra de prismes, (e) Test de Randot.

Indicar que les mesures van ser preses en 3 condicions: habitual, prisma de base nasal i prisma de base temporal. Per evitar la fatiga del subjecte o l'efecte de l'adaptació al prisma, la part pràctica s'estructura en dues sessions de mesures:

- **PRIMERA SESSIÓ**

La primera sessió consta d'un examen visual base i d'un examen visual amb prismes de BN o BT, de manera aleatòria.

L'examen visual base correspon a les condicions habituals dels subjectes i consisteix en obtenir les mesures de les següents proves:

- Fòria horitzontal en VP amb el mètode Thorington modificat)
- Reserves tant de divergència com de convergència en VP (mètode barra de prismes i test d'AV de la unitat d'una única lletra)
- Fòria associada en VP (Unitat de Mallet)
- Estereopsis en VP (test de Randot)
- Retard acomodatiu (Autorefractòmetre de camp obert, WAM).

L'examen visual induït consisteix en provocar una fòria anteposant davant de cada subjecte prismes de  $6\Delta$ BN o  $6\Delta$ BT de manera aleatòria i realitzar un altre vegada totes les proves indicades anteriorment.

### ○ SEGONA SESSIÓ

A la segona sessió es realitza el mateix examen visual amb les mateixes proves però induint la condició contrària de la qual es va realitzar a la primera sessió, és a dir, si en la primera sessió aleatòriament es va utilitzar un prisma base nasal, el segon dia es va realitzar l'examen amb un prisma base temporal. D'aquesta manera obtenim de cada pacient 3 exàmens visuals.

### 4.4. PROTOCOL DE MESURES.

En aquest apartat es comentarà detalladament la metodologia emprada en cada una de les proves que formen part de l'examen visual que s'ha dut a terme en aquest estudi.

**DISPARITAT DE FIXACIÓ.** El test utilitzat per determinar la disparitat de fixació o la fòria associada va ser la Unitat de Mallet (Figura 4.2) en VP que contenen àrees centrals de fixació binocular i unes petites marques verticals que són percebudes monocularment quan el subjecte mira a través de les ulleres polaritzades.

Mirant el test, el subjecte ha d'indicar si aquestes petites marques estan alineades verticalment. Si el pacient percep un desalineament de les marques verticals (físicament alineades) indicarà que el pacient presenta disparitat de fixació. En aquest cas s'anteposaran prismes de base adequada fins que el subjecte indiqui que percep les marques alineades. La quantia prismàtica requerida per percebre l'alineació determina la fòria associada. Sempre que el pacient percebi un desalineament de les marques que estan físicament alineades, indicarà disparitat de fixació.





*Figura 4. 2. Mesura de la disparitat de fixació amb la Unitat de Mallet anteposant un prisma de BT davant la pacient.*

**FÒRIA HORITZONTAL EN VP.** Es va utilitzar el mètode de Thorington (Figura 4.3) per mesurar la magnitud de la fòria en visió propera. Aquesta prova es realitza a 40 cm, i consta de la tarjeta de Thorington, varetes de Maddox vermelles i llum puntual. El pacient amb la seva correcció habitual (en cas que ho necessiti) haurà de col·locar la vareta de Maddox orientada horitzontalment davant de l'ull dret per poder mesurar la fòria horitzontal. La tarjeta de Thorington presenta una llum puntual situada centralment, el pacient veurà amb l'ull dret una línia vermella vertical i amb l'ull esquerre veurà un punt de llum, el subjecte ens ha d'indicar on percep la línia vermella respecte el punt lluminós central.

Les possibles respostes que podem obtenir són: que la línia i el punt lluminós coincideixin (ortoforia) que percebi la línia vermella a l'esquerra del punt (exoforia) o que percebi la línia vermella a la dreta del punt (endoforia). En aquests dos casos de desalineament preguntarem sobre quin número passa la línia per saber la magnitud de la desviació.



*Figura 4.3. Mesura de la fòria amb el mètode de Thorington.*

**ESTEREOPSIS.** A partir de l'estereopsis es pretén mesurar la percepció de profunditat dels pacients, mitjançant l'habilitat de fusió de targetes. La prova s'efectuarà en una àrea ben il·luminada, sense reflexos ni brillantors. El pacient ha de portar les ulleres polaritzades per sobre de la seva correcció i situar-se a 40 cm del test. Un cop situat li demanarem que miri les 10 caselles amb 3 cercles a cada casella i que ens indiqui que cercle de cadascuna de les caselles sembla que sobresurti respecte als altres. Repetirem aquest procés amb cadascuna de les caselles fins que el pacient no sigui capaç d'apreciar el cercle correcte, per tant hauréu arribat al llindar d'estereoagudesesa del pacient.

Hem utilitzat el test de Randot ja que presenta un bon disseny i combina punts fortuïts amb la interacció de contorns. A més presenta un bon llinar i pot mesurar amb més sensibilitat l'estereoagudesa del pacient.



*Figura 4. 4. Mesura de l'estereopsis amb el Test de Randot.*

**RESERVES.** Per mesurar els valors de reserva utilitzarem com a optotip un test d'agudes visual de 0.8. Situem l'optotip a 40 cm del subjecte i amb la seva correcció habitual (si la necessita) li col·locarem la barra de prismes davant d'un ull. És aconsellable començar primer amb els prismes de base nasal ja que les bases temporals afecten més a l'acomodació i convergència i per tant podrien afectar el resultat dels prismes de base nasal.

Un cop tenim al individu situat en les condicions adequades, abans d'incrementar la potència prismàtica li explicarem que mantenint la mirada fixa en el test ens indiqui dos situacions, la primera quan el vegi doble (punt de ruptura) i la segona quan ho torni a veure simple (punt de recuperació). Començarem amb una quantitat de 0 diòptries prismàtiques, augmentant-les progressivament fins que vegi doble, a partir d'aquí disminuïrem la quantitat de prisma fins que torni a veure-ho simple. Repetirem el mateix procediment per a les bases temporals.

Tot i què a les reserves també es pot emsurar el punt de borrositat, a més a més dels de ruptura i recuperació, en el nostre cas hem obviat l'estat de borrositat anotant només el de ruptura i recuperació ja que molts subjectes no perceben la borrositat i d'altres mostren dubtes en la seva identificació.



*Figura 4.5. Mesura de les reserves amb la barra de prismes.*

**RETARD ACOMODATIU.** Hem utilitzat un auto refractòmetre de camp obert (WAM) per mesurar la refracció tant de lluny com de prop i a partir dels resultats poder calcular el retard acomodatiu de cada subjecte. L'individu només havia de fixar-se en el test, situat a 6 m en visió llunyana i a 40 cm en visió propera, un cop tenim al subjecte amb la mirada fixa, procedíem a realitzar les mesures automàtiques amb el WAM (3 a cada distància). La fórmula que hem utilitzat és la següent:

**Retard Acomodatiu: Equivalent esfèric  $v_L$  + 2,50 + Equivalent esfèric  $v_P$**

Per tal d'obtenir el retard acomodatiu tindrem en compte tres factors, la refracció de lluny obtinguda amb el WAM, l'acomodació que efectua el pacient a l'observar el test situat a 40 cm (equivalent a 2,50 diòptries) i per últim la refracció de prop obtinguda també amb el WAM.



*Figura 4.6. Mesura de la refracció en VP amb el WAM.*

**SÍMPTOMES.** Hem utilitzat el qüestionari de Borsting et al. 2003 basat en preguntes sobre possibles símptomes d'insuficiència de convergència. El qüestionari consta de 15 preguntes amb 5 possibles respostes: *mai, no molt sovint, freqüentment, amb certa freqüència o sempre*.

Un cop realitzat el qüestionari passarem a analitzar els resultats a partir de les respostes dels pacients. Cada resposta tindrà una puntuació, partint de la resposta *mai* que obtindrà una puntuació de 0 i acabant amb la de *sempre* que obtindrà una puntuació màxima de 4 punts. Farem la suma de la puntuació de totes les preguntes, si obtenim un valor de 20 o superior podrem sospitar d'una possible insuficiència de convergència.

Hem triat aquest qüestionari ja que la insuficiència de convergència és la disfunció binocular amb més prevalença respecte de les altres, a més els símptomes de casi totes les disfuncions binoculars en visió de prop són similars. Si la puntuació total del qüestionari és més de 20 podrem sospitar d'alguna d'aquestes disfuncions binoculars en visió propera, segons diuen els autors.

	PREGUNTA	Nunca	No muy a menudo	Frecuente mente	Con cierta frecuencia	Siempre
1	¿Siente sus ojos cansados cuando lee o trabaja de cerca?					
2	¿Se siente incómodo cuando lee o trabaja de cerca?					
3	¿Le duele la cabeza cuando lee o trabaja de cerca?					
4	¿Siente sueño cuando lee o trabaja de cerca?					
5	¿Pierde la concentración cuando lee o trabaja de cerca?					
6	¿Tiene problemas para recordar lo que ha leído?					
7	¿Presenta visión doble cuando lee o trabaja de cerca?					
8	¿Siente que las palabras se mueven, saltan, nadan o parecen flotar cuando lee o trabaja de cerca?					
9	¿Tiene la sensación de que lee despacio?					
10	¿Siente dolor en los ojos cuando lee o trabaja de cerca?					
11	¿Siente sus ojos como inflamados cuando lee o trabaja de cerca?					
12	¿Siente "tirones o punzadas" alrededor de los ojos cuando lee o trabaja de cerca?					
13	¿Nota que las palabras se emborronan o se desenfocan cuando lee o trabaja de cerca?					
14	¿Pierde el lugar cuando lee o trabaja de cerca?					
15	¿Tiene que releer la misma línea de palabras cuando lee?					

Figura 4.7. Qüestionari de Borsting et al 2003 pels símptomes d'insuficiència de convergència.

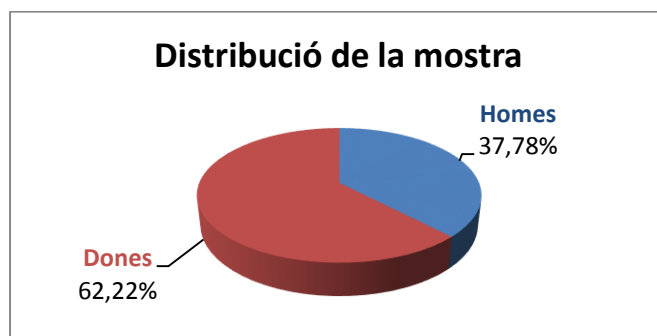
## 5. RESULTATS I DISCUSSIÓ.

En aquest apartat es presenten els resultats obtinguts en el nostre estudi amb la seva corresponent interpretació. En primer lloc es fa una descripció de la mostra seleccionada, seguidament es procedeix a analitzar les diferents variables de l'estudi i per últim es passa a fer l'anàlisi i comparació dels resultats.

### 5.1 DESCRIPTIUS DE LA MOSTRA

La mostra estudiada és d'un total de 45 subjectes, tots estudiants de 2n curs d'Òptica i Optometria de Terrassa. El total de participants de l'estudi inclou 17 nois (37,78%) i 28 noies (62,22%) representats en el següent diagrama (Gràfica 5.1). L'edat mitjana dels subjectes és de  $20,75 \pm 1,98$  anys.

Aquesta mostra presenta un percentatge una mica més gran del sexe femení que del sexe masculí, això és degut a que el lloc on s'ha extret la mostra seleccionada hi ha més estudiants del sexe femení que del masculí. En un principi no hi ha cap evidència per pensar en una influència entre el sexe dels individus i les proves realitzades.



*Gràfic 5.1. Distribució en tant per cent del sexe en la mostra estudiada.*

### 5.2 DESCRIPTIUS DE LES VARIABLES.

Tots els resultats obtinguts de la mostra seleccionada han estat analitzats estadísticament amb el programa d'estadística SPSS (Startical Product and Service Solutions), versió 22.

Comprovem mitjançant el test de Kormogorov – Smirnov que no tots els resultats obtinguts presenten una distribució normal en les variables estudiades i que com a conseqüència s'obtenen diferències significatives respecte a la normalitat amb un valor P inferior a 0,05.

Tot i no assolir valors normals en tots els resultats obtinguts de la mostra seleccionada, alguns autors comenten (Wackerly, Mendenhall, & Scheaffer, 2008) que és possible utilitzar l'estadística paramètrica quan la variable és el resultat de la suma de n variables i en casos de mostres superiors a 30, per tant com la nostra mostra supera el valor de 30 podrem aplicar l'estadística paramètrica.



## 5. | RESULTATS I DISCUSSIÓ

En primer lloc hem realitzat un anàlisi descriptiu de les variables recollides, per cada prova realitzada s'ha calculat la mitjana dels resultats, la desviació estàndard, així com els mínims i màxims de la mostra. Aquests resultats els podem veure reflectits en les següents taules:

	VP	Mitjana	SD	Mínim	Màxim
HABITUAL	Fòria $\Delta$	-2,50	$\pm 3,92$	-12	6
	Reserves BN $\Delta$	R	$\pm 4,36$	6	25
		r	$\pm 4,16$	4	20
	Reserves BT $\Delta$	R	$\pm 10,71$	6	40
		r	$\pm 9,27$	4	40
	Fòria Associada $\Delta$	-0,08	$\pm 0,49$	-2	1
	Estereoagudesa (" arc)	25,28	$\pm 7,92$	20	50
	Retard Acomodatiu (D)	0,642	$\pm 0,60$	-0,75	1,88

**Taula 5.1.** Descriptius de les variables (Examen habitual). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria. (R) valor de ruptura, (r) valor de recuperació.

	VP	Mitjana	SD	Mínim	Màxim
6ΔBN	Fòria $\Delta$	1,39	$\pm 4,23$	-6	13
	Reserves BN $\Delta$	R	$\pm 3,54$	6	18
		r	$\pm 3,39$	2	16
	Reserves BT $\Delta$	R	$\pm 12,31$	6	40
		r	$\pm 12,51$	4	40
	Fòria Associada $\Delta$	0,07	$\pm 1,09$	-2	3
	Estereoagudesa (" arc)	31,25	$\pm 18,84$	20	100
	Retard Acomodatiu (D)	0,68	$\pm 0,66$	-0,63	2,38

**Taula 5.2.** Descriptius de les variables (Examen 6ΔBN). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria. (R) valor de ruptura, (r) valor de recuperació.

	VP	Mitjana	SD	Mínim	Màxim
6ΔBT	Fòria $\Delta$	-5,94	$\pm 6,26$	-18	18
	Reserves BN $\Delta$	R	$\pm 6,56$	6	30
		r	$\pm 5,45$	4	25
	Reserves BT $\Delta$	R	$\pm 12,20$	4	40
		r	$\pm 11,67$	1	40
	Fòria Associada $\Delta$	-0,67	$\pm 1,17$	-5	0
	Estereoagudesa (" arc)	32,57	$\pm 18,72$	20	100
	Retard Acomodatiu (D)	0,597	$\pm 0,76$	-1,13	2,25

**Taula 5.3.** Descriptius de les variables (Examen 6ΔBT). Fòria amb valor negatiu indica una exofòria i positiu endofòria. (R) valor de ruptura, (r) valor de recuperació.

A la primera taula es poden veure els resultats obtinguts en l'examen base de la primera sessió, mentre que a les altres dos taules es poden observar els resultats obtinguts induint un canvi en les vergències amb un prisma de base nasal a la segona taula i de base temporal a la tercera.

Altres autors també han estudiat els valors d'aquestes variables de binocularitat, en condicions habituals i a la taula 5.4 i 5.5 es mostren alguns dels resultats en visió propera (Borras et al, 1998).

Autors	Visió Propera	
	Fòria	SD
Morgan	3 $\Delta$	$\pm 5 \Delta$
Sheedy-Saladin	0.5 $\Delta$	$\pm 6 \Delta$

**Taula 5.4.** Valors de normalitat de la fòria en visió propera segons els autors.

Autors	Visió Propera	
	$\Delta$ BN	$\Delta$ BT
Morgan	21/13 $\pm 4/5$	21/11 $\pm 6/7$
Sheedy-Saladin	19/13 $\pm 7/6$	30/23 $\pm 12/11$

**Taula 5.5.** Valors de normalitat de les reserves en visió propera segons els autors.

Els nostres resultats coincideixen amb els de Morgan i Sheedy – Saladin. Tan sols trobem diferències en la mesura de les reserves en BN respecte als de Morgan en que els nostres són inferiors, igual que els de Sheedy-Saladin.

Respecte a l'efecte que s'observa quan adicionem un prisma de 6 $\Delta$ BN, observem que la fòria canvia cap a una endofòria, les reserves BN disminueixen i les de BT augmenten. De forma anàloga un prisma de 6 $\Delta$ BT, canvia la fòria cap a una exofòria, les reserves BN augmenten i les BT disminueixen, tal i como era d'esperar en tots dos casos.

### 5.3 COMPARACIÓ DE RESULTATS ENTRE L'EXAMEN HABITUAL I ELS EXÀMENS INDUÏTS.

Per tal d'estudiar les diferències entre les tres condicions d'exàmens s'ha fet un anàlisi mitjançant la prova d'ANOVA que ens permet comparar més de dues mostres. Posteriorment a l'ANOVA hem realitzat la prova post-hoc de Bonferroni per tal de trobar exactament on es troben les diferències significatives (taula 5.6.).

VP		Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Fòria $\Delta$		-3,89	0,003	3,44	0,011
Reserves BN $\Delta$	R	2,75	0,062	-4,06	0,03
	r	2,89	0,019	-3,45	0,04
Reserves BT $\Delta$	R	-4,25	0,385	2,44	1
	r	-5,98	0,083	0,92	1

## 5. | RESULTATS I DISCUSSIÓ

Fòria Associada $\Delta$	-0,15	1	0,59	0,034
Estereoagudeses ("arc)	-5,97	0,347	-7,29	0,171
Retard Acomodatiu (D)	-0,03	1	0,04	1

**Taula 5.6.** Comparativa de resultats entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

Es consideraran que existeixen diferències estadísticament significatives quan els valors de p siguin més petits o iguals a 0.05 ( $p \leq 0.05$ ). Mentre que considerarem diferències clínicament significatives en els resultats de fòria i reserves valors superiors 2.

### 5.3.1 Comparació de resultats de la fòria en examen habitual i en exàmens induïts.

Aquests resultats es poden veure a la taula 5.7.

VP	Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Fòria $\Delta$	-3,89	0,003	3,44	0,011

**Taula 5.7.** Comparativa de resultats de la fòria entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

Primerament començarem amb la diferència trobada entre l'examen habitual i l'examen induït anteposant un prisma de 6 $\Delta$ BN. A l'anteposar un prisma de base nasal a un subjecte, s'obté una diferència de valor negatiu de 3,89 diòptries prismàtiques respecte a l'examen habitual. Tal i com s'esperava la fòria canvia cap a una endofòria, d'aquesta manera s'obté un valor major amb el prisma anteposat.

Mentre que si anteposem un prisma de base temporal a un individu, l'efecte serà el de induir una exofòria. Si observem la diferència trobada entre l'examen habitual i l'examen induït amb un prisma de 6 $\Delta$ BT s'aprecia una diferència positiva de 3,44 diòptries prismàtiques respecte l'examen habitual. Pel mateix raonament que en la condició anterior, en aquest cas estem induint una exofòria, per tant s'espera un canvi en aquesta direcció i com a conseqüència un valor més petit de fòria.

Els resultats també reflecteixen que la quantitat de prisma de diferència en totes dues condicions és similar i no arriba a les 4 diòptries prismàtiques de potència, per tant el prisma no fa l'efecte de les 6 diòptries existint una adaptació parcial al prisma per part dels individus d'aproximadament 2,5 diòptries prismàtiques. De tal forma s'observa que tant amb el prisma de base nasal com el temporal la fòria augmenta aproximadament amb la mateixa magnitud, 3.5 -4 diòptries prismàtiques.

### 5.3.2 Comparació de resultats de les convergències relatives negatives i positives en examen habitual i en exàmens induïts.

Les resultats del efecte d'avantposar un prisma sobre les reserves de divergència es poden veure en la taula 5.8.



VP		Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Reserves BN $\Delta$	R	2,75	0,062	-4,06	0,03
	r	2,89	0,019	-3,45	0,04

**Taula 5.8.** Comparativa de resultats de les CRN entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

Respecte a les reserves de divergència, es troben diferències de valors positius de 2,75 diòptries prismàtiques respecte a l'examen habitual pel cas de la ruptura i de 2,89 pel cas de la recuperació. Això ens indica que a les CRN, són majors en l'examen habitual i que disminueixen amb un prisma de  $6\Delta$ BN.

En segon lloc amb un prisma de  $6\Delta$ BT s'obtenen valors negatius de ruptura de 4,056  $\Delta$  i de 3,446 pel cas de la recuperació. El fet que siguin valors negatius ens indica que les CRN de l'examen habitual són més petites i que amb  $6\Delta$ BT aquestes augmenten.

Els dos valors anteriors són resultats esperats ja que les CRP augmenten i les CRN disminueixen com a resposta a un prisma BN i d'igual manera les CRP disminueixen i les CRN augmenten en cas d'anteposar un prisma BT. Als resultats també s'aprecia que obtenim els efectes esperats però no amb la mateixa quantitat. S'observa que a l'anteposar un prisma  $6\Delta$ BN, el canvi tant en la ruptura com en la recuperació no supera les 3 diòptries prismàtiques, mentre que amb un prisma de  $6\Delta$ BT el valor de ruptura supera les 4 diòptries i el de ruptura és pràcticament de 3,5  $\Delta$ .

Els resultats del efecte d'avantposar un prisma sobre les reserves de divergència es poden veure en la taula 5.9

VP		Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Reserves BT $\Delta$	R	-4,25	0,385	2,44	1
	r	-5,98	0,083	0,92	1

**Taula 5.9.** Comparativa de resultats de les CRP entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

Respecte a les reserves de convergència, amb un prisma de  $6\Delta$ BN s'han obtingut diferències negatives tant en el cas de ruptura com en el de recuperació, amb un valor de 4,25 i 5,98  $\Delta$  respectivament. Aquesta diferència negativa ens indica que les CRP augmenten a l'anteposar un prisma de base nasal.

Respecte a la segona condició, s'han trobat diferències amb un valor positiu de 2,44 diòptries prismàtiques per la ruptura i de 0,92 també en valor positiu per la recuperació. El fet que siguin valors positius ens indica que les convergències positives tenen un valor més gran en l'examen habitual que amb un prisma de base temporal.

Tots dos resultats són esperats ja que al posar un prisma BN les CRP augmenten i les CRN disminueixen i per contra si el prisma és de BT les CRP disminueixen i les CRN augmenten. No obstant, s'observa que l'efecte és més gran amb un prisma de base nasal que no pas de base temporal. Crida l'atenció el valor de la recuperació de les bases temporals anteposant  $6\Delta$ BN, ja

que és pràcticament igual a la potència del prisma anteposat i el valor de recuperació amb 6ΔBT el qual no arriba a 1 diòptria de diferència. S'observa una clara adaptació al prisma en el segon cas.

### 5.3.4 Comparació de resultats de la fòria associada en examen habitual i en exàmens induïts.

A la taula 5.10 s'observa l'efecte del prisma BN i BT sobre el valor de la fòria associada.

VP	Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Fòria Associada Δ	-0,15	1	0,59	0,034

*Taula 5.10. Comparativa de resultats de la DF entre l'examen habitual i els exàmens induïts.*

Tant amb base nasal com amb temporal, la diferència obtinguda respecte a l'examen habitual és mínima, no arribant a 1 diòptria prismàtica. Quan anteposem un prisma de base nasal la diferència obtinguda és de 0,15 en valor negatiu, per tant ens indica que la fòria associada té una magnitud més gran amb un prisma de base nasal que amb la condició habitual. Per altre banda si anteposem un prisma de base temporal es troba una diferència de 0,59 Δ en valor positiu, provocant un canvi cap a la exofòria associada. En tots dos casos la resposta davant del prisma és la esperada.

No obstant, s'observa que la magnitud no afecta per igual amb un prisma de 6ΔBN que amb un prisma de 6ΔBT, tenint un efecte més gran el de base temporal, tot i així les diferències són mínimes no arribant a mitja diòptria de diferència. D'aquesta manera sembla que no existeix una gran influència el fet d'induir una fòria (ja sigui amb base nasal o temporal) a la fòria associada.. Hem de tenir present que la existència de fòria associada s'interpreta com un estrès sobre el sistema de vergència i, per tant, qualsevol magnitud per sobre de 0,5Δ es pot considerar clínicament significatiu.

Diversos estudis (Kromeier, Kommerell, 2003) realitzats a un grup d'individus demostren el poc efecte que té el canvi en les vergències respecte la disparitat de fixació. Es van anteposar diferents potències entre 4-8 Δ i no es van detectar increments en la fòria associada de més de 0.25 D.

### 5.3.5 Comparació de resultats de la visió estereoscòpica en examen habitual i en exàmens induïts.

VP	Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Estereoagudeses ("arc)	-5,97	0,347	-7,29	0,171

*Taula 5.11. Comparativa de resultats de l'estereopsis entre l'examen habitual i els exàmens induïts.*

Segons la taula de resultats 5.11 s'observa una diferència de valor negatiu en tots dos casos (6ΔBN i 6ΔBT). Aquest valor negatiu ens indica que els segons d'arc que valoren la visió

estereoscòpica augmenten amb els prismes anteposats, i per tant s'obtenen valors més grans respecte la condició habitual.

Es pot apreciar que tot i que els prismes anteposats disminueixen la visió estereoscòpica, ho fan en un grau molt petit existint una diferència que no arriba a 10 segons d'arc. Clínicament es considera que no existeixen diferències significatives ja que és un grau molt baix d'afectació.

### 5.3.5 Comparació de resultats del retard acomodatiu en examen habitual i en exàmens induïts.

L'efecte dels prismes base nasal i temporal sobre la resposta acomodativa es mostren en la taula 5.12.

VP	Diferència Hab-BN (6BN)	P (significació)	Diferència Hab-BT (6BT)	P (significació)
Retard Acomodatiu (D)	-0,03	1	0,04	1

**Taula 5.12.** Comparativa de resultats del retard acomodatiu entre l'examen habitual i els exàmens induïts.

Quan anteposem un prisma de base nasal davant del subjecte obtenim una diferència de retard acomodatiu més positiu respecte a la condició habitual, aquesta diferència és de 0,03 diòptries esfèriques. Mentre que si anteposem un prisma de base temporal davant l'individu obtenim una diferència positiva de 0,04 diòptries esfèriques aquestes són diferències insignificants ja que en totes dues condicions la diferència no arriba ni a 0,1 diòptria esfèrica, per tant es considera que el fet d'anteposar un prisma ja sigui de base nasal o de base temporal no té un efecte clínic significatiu en la resposta acomodativa mesurada amb un autorefractòmetre de camp obert.

## 5.4 COMPARACIÓ DE RESULTATS ENTRE SUBJECTES EXOFÒRICS I ENDOFÒRICS.

En aquest capítol comparem els resultats obtinguts en les diferents proves realitzades a l'estudi diferenciant entre individus exofòrics i endofòrics. D'aquesta manera comprovarem si el fet de anteposar un prisma de la base que sigui afecta per igual o no a individus exofòrics i endofòrics.

A continuació detallarem la comparació per cadascuna de les proves realitzades, tant en la condició habitual, com amb 6ΔBN i amb 6ΔBT.

### 5.4.1 Comparació de les fòries i reserves diferenciant entre subjectes exofòrics i endofòrics.

	EXOFÒRICS			ENDOFÒRICS		
	6BN	HAB	6BT	6BN	HAB	6BT
<b>FORIA Δ</b>	-0,15 ±3,42	-4,04 ±3,17	-8,50 ±4,41	6,00 ±2,87	2,11 ±1,70	-2,22 ±2,73

**Taula 5.13.** Resultats de la fòries en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

S'observa una variació en la fòria d'unes 4 diòptries prismàtiques aproximadament tant en individus exofòrics com endofòric (taula 5.13)

Ara passarem a analitzar si els individus exofòrics i endofòrics de la nostra mostra es comporten de la mateixa manera a l'anteposar un prisma de base nasal i base temporal tant pels resultats obtinguts (taula 5.14.) com per les diferències entre ells (taula 5.15.).

		EXOFÒRICS			ENDOFÒRICS		
		6BN	HAB	6BT	6BN	HAB	6BT
<b>BN</b>	<b>R</b>	11,04 ±3,61	13,89 ±4,31	18,62 ±6,62	7,78 ±1,85	10,22 ±3,38	12,44 ±3,71
	<b>r</b>	8,44 ± 3,43	11,56 ±4,01	15,46 ±5,28	5,56 ±2,18	7,78 ±3,83	10 ±3,74
<b>BT</b>	<b>R</b>	22,31 ±11,74	20,19 ±10,39	18,04 ±12,81	36,67 ±5,59	25,78 ±11,47	21,67 ±10,4
	<b>r</b>	18,74 ±11,58	16,04 ± 9,04	14,81 ±12,31	33,89 ±7,40	16,16 ±9,18	18,22 ±9,77

**Taula 5.14.** Resultats de les reserves tant de convergència com de divergència obtingudes en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

				Exofòrics	Endofòrics
<b>6ΔBN</b>	<b>Diferència HAB-6BN</b>	<b>Reserves BN (Δ)</b>	<b>R</b>	2,85	2,44
			<b>r</b>	3,12	2,22
	<b>Diferència HAB-6BN</b>	<b>Reserves BT (Δ)</b>	<b>R</b>	2,04	10,8
			<b>r</b>	2,7	17,63
<b>6ΔBT</b>	<b>Diferència HAB-6BT</b>	<b>Reserves BN (Δ)</b>	<b>R</b>	4,73	2,22
			<b>r</b>	3,9	2,22
	<b>Diferència HAB-6BT</b>	<b>Reserves BT (Δ)</b>	<b>R</b>	1,92	4,11
			<b>r</b>	1,23	2,06

**Taula 5.15.** Diferència entre els resultats de les reserves entre les tres condicions d'examen diferenciant entre individus exofòrics i endofòrics.

En aquesta segona taula veiem explícitament la diferència entre l'examen habitual i les dues condicions d'examen, amb prisma de base nasal i base temporal diferenciant entre individus exofòrics i endofòrics.

En primer lloc dir que els valors obtinguts tant en ruptures com en recuperacions en tots dos grups d'individus, segueixen la direcció correcta de l'efecte a l'hora d'anteposar els prismes.

Tot i obtenir l'efecte en la direcció correcta s'observa que la magnitud en que augmenten o disminueixen les reserves no afecta igual als individus que presenten exofòria o endofòria.

Respecte l'efecte que presenta anteposar un prisma de base nasal a les reserves BN observem que no hi ha grans diferències significatives, tant els valors de ruptura com de recuperació, entre individus exofòrics i endofòrics. La diferència entre uns valors i altres no supera la diòptria prismàtica, per tant podem considerar que es comporten més o menys de la mateixa manera sense canvis prou rellevants.

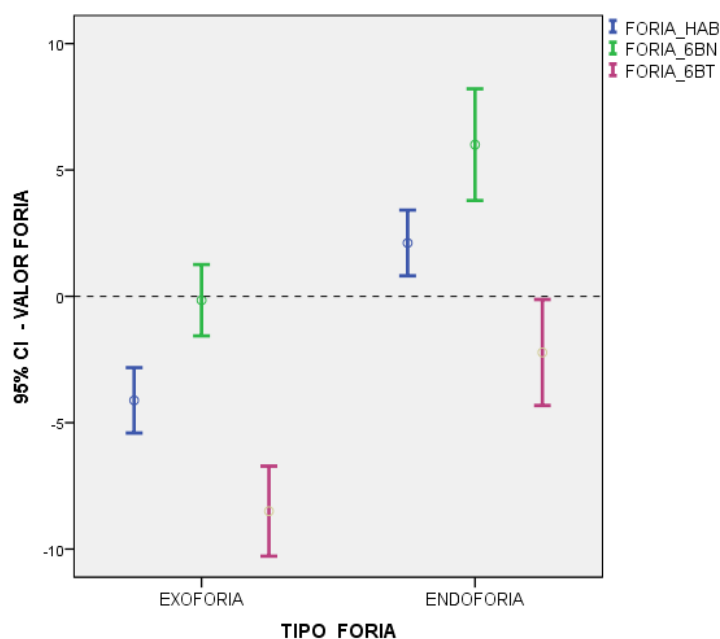
Crida l'atenció la gran diferència en l'efecte d'un prisma de base nasal en les reserves BT entre els dos grups d'individus de la nostra mostra. S'observa que els subjectes exofòrics davant la presència de  $6\Delta$ BN presenten un canvi entre 2-3 diòptries prismàtiques tant en els valors de ruptura com de recuperació. Mentre que els subjectes endofòrics davant el mateix prisma amb la mateixa potència presenten canvis de fins a 17 diòptries prismàtiques com és el cas de la recuperació. Per tant en aquest cas si s'observen diferències clíniques prou rellevants entre subjectes endofòrics i exofòrics.

Pel que fa l'efecte d'un prisma de base temporal sobre les reserves BN i BT no es troben diferències tant importants com en el cas anterior entre individus endofòrics i exofòrics. En aquest cas els valors de diferència oscil·len entre 1 i 2 diòptries prismàtiques, per tant no són resultats prou significants per establir una gran diferència entre individus exofòrics i endofòrics.

Com ja sabem el fet d'anteposar un prisma de base nasal davants individus exofòrics disminuirà l'efecte de la fòria, aquests individus utilitzen les reserves de BT per tal de compensar la desviació dels eixos. Observem que anteposant un prisma de  $6\Delta$ BN les reserves de BT dels exofòrics augmenten en una magnitud de 2-3 diòptriques prismàtiques, mentre que als individus endofòrics els augmenten fins a  $17\Delta$ .

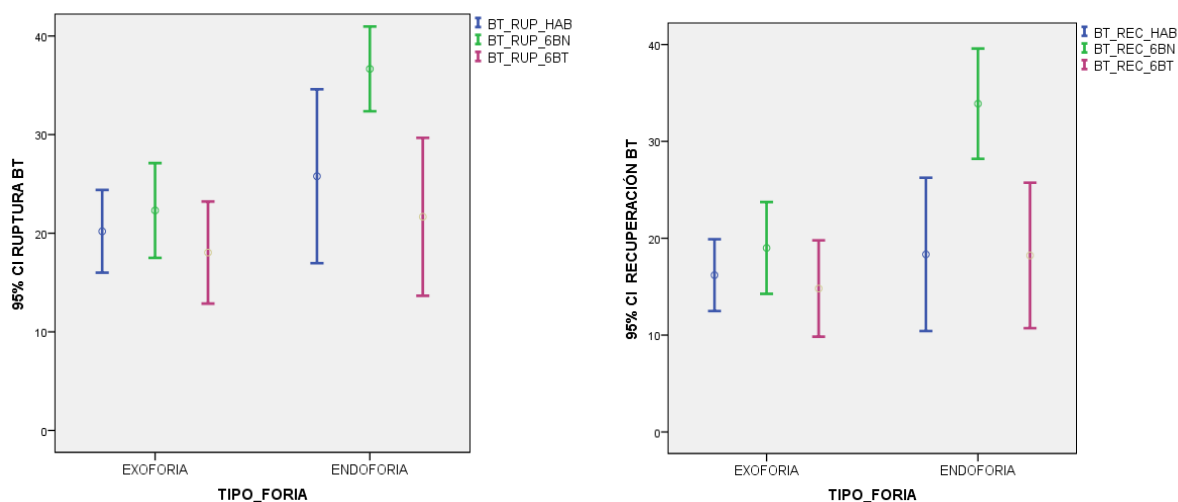
Pel que fa l'efecte clínic dels individus endofòrics, haurem d'anteposar un prisma de base temporal i observar quin efecte produeix sobre les reserves nasals. S'observa que el fet d'anteposar un prisma de base temporal fa augmentar les reserves en una magnitud de  $2\Delta$  aproximadament, mentre que els exofòrics ho fan entre 4 i  $5\Delta$ .

Els efectes ideals serien que les reserves nasals augmentessin en major magnitud als endofòrics que als exofòrics i per contra les reserves temporals augmentessin més als individus exofòrics, però segons els resultats s'observa que passa exactament lo contrari a lo desitjat en quan a magnitud, la direcció és correcta.



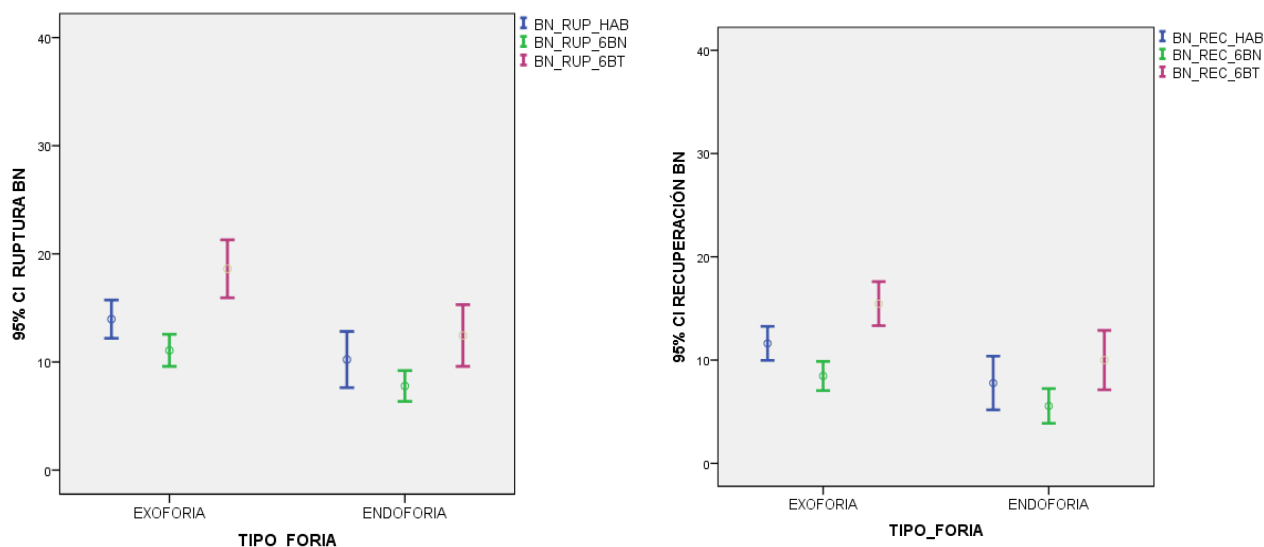
**Gràfica 5.2.** Comparació de la fòria en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

Com s'ha comentat anteriorment en la gràfica s'observa el comportament dels endofòrics i exofòrics respecte la fòria. s'aprecia una variació molt similar d'unes 4 Δ.



**Gràfica 5.3.** Comparació de les convergències relatives positives en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

En la Gràfica 5.3 podem observar el canvi de les reserves de convergència quan anteposem un prisma de base nasal i temporal tant en endofòrics i exofòrics. Com s'ha comentat anteriorment s'observa el gran canvi dels endofòrics en la ruptura de l'examen habitual situat al valor de 25 diòptries prismàtiques aproximadament i la ruptura amb un prisma de base nasal amb més de 35 diòptries. Mentre que observem que no hi ha tanta dispersió en els resultats de ruptura dels exofòrics, i tots els resultats estan en un rang molt més petit.



**Gràfica 5.4.** Comparació de les convergències relatives negatives en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

Segons la Gràfica 5.4 es pot observar que no existeix tanta dispersió dels resultats en les reserves de divergència a l'anteposar un prisma de base nasal i temporal on s'obtenen valors més o menys semblants entre endofòrics i exofòrics.

Com ja sabem la potència efectiva tant del prisma de base nasal com el temporal és de 6 diòptries prismàtiques. Tenint en compte aquesta potència s'observa que existeix una adaptació pràcticament total al prisma per part dels endofòrics sobre les convergències relatives positives quan se'ls hi anteposa un prisma de base temporal.

Mentre que passa l'efecte contrari quan posem un prisma de base nasal als endofòrics i mesurem les convergències relatives positives, no només les augmenten en 6 diòptriques prismàtiques sinó que les dupliquem fins arribar a uns valors de més de 15 Δ. En aquest no hi ha cap adaptació al prisma hi obtenim no només la magnitud desitjada si no el doble d'aquesta.

### 5.4.2. Comparació de la visió estereoscòpica, disparitat de fixació i retard diferenciant entre subjectes exofòrics i endofòrics.

	EXOFÒRICS			ENDOFÒRICS		
	6BN	HAB	6BT	6BN	HAB	6BT
DF Δ	-0,13 ±1	-0,15 ±0,51	-0,9 ±1,28	0,67 ±1,15	0,11 ±0,33	0 ±0

**Taula 5.16.** Resultats de la disparitat de fixació obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

## 5. | RESULTATS I DISCUSSIÓ

Si comparem els resultats obtinguts en la disparitat de fixació (fòria associada) entre subjectes exofòrics i endofòrics es troba que un prisma de base nasal té més efecte sobre els subjectes endofòrics. La diferència trobada en els individus exofòrics és de 0,02 D, mentre que en els individus endofòrics la diferència és de 0,56 D.

Es troba també diferència a l'anteposar un prisma de base temporal entre els dos grups d'individus. L'efecte és més contundent en subjectes exofòrics on la fòria associada incrementa en 0,75 diòptries esfèriques mentre que en subjectes endofòrics l'increment és de només 0,11 D.

En resum, anteposar prismes de base nasal davant d'un subjecte endofòric o BT davant d'un exofòric provoca un estrès sobre el sistema de vergències que es veu reflectit pel comportament de la fòria associada.

	EXOFÒRICS			ENDOFÒRICS		
	6BN	HAB	6BT	6BN	HAB	6BT
ST (segons d'arc)	30,74 ±16,33	24,81 ±7,27	31,92 ±15,87	32,78 ±26,11	26,67 ±10	34,44 ±26,39

**Taula 5.17.** Resultats de l'estereopsis obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

S'observa que els resultats de la visió estereoscòpica varien de forma simultània tant en subjectes exofòrics com en subjectes endofòrics. Aquesta diferència oscil·la entre 6 i 8 segons d'arc en totes dues condicions, tant amb un prisma de 6ΔBN com de 6ΔBT.

Per tant no es troben diferències significatives que afirmen que la mesura de la visió estereoscòpica en les tres condicions descrites varia de diferent manera en un subjecte exofòric o endofòric, sinó que per contra varia de la mateixa manera. Aquestes diferències trobades no són prou rellevants en l'àmbit clínic.

Segons diferents estudis (J. Heravian, 2012) es van realitzar mesures d'estereo agudeses a subjectes ortofòrics sense cap patologia ocular i amb bona agudeses visual. Després va repetir les mateixes mesures induint exofòries i endofòries amb diferents potències. No va trobar cap diferència amb potències de 2 i 4Δ, però va trobar petites diferències amb prismes de 6Δ tot i que eren molt insignificants. Va afirmar que es reduïa més la visió estereoscòpica induint una endofòria que no una exofòria. En el nostre cas coincidim que les diferències són mínimes tant si induïm una endofòria com si és una exofòria.

Però trobem discrepàncies respecte l'estudi, ja que en el nostre cas disminueix més la visió estereoscòpica quan induïm una exofòria (6ΔBT) que no una endofòria, en tots dos grups de subjectes de la mostra.

	EXOFÒRICS			ENDOFÒRICS		
	6BN	HAB	6BT	6BN	HAB	6BT
RETARD (D)	0,62 ±0,61	0,59 ±0,64	0,52 ±0,82	0,74 ±0,58	0,79 ±0,42	0,82 ±0,52



**Taula 5.18.** Resultats del retard acomodatiu obtinguts en les tres condicions d'examen diferenciant entre exofòrics i endofòrics.

Pel que fa el retard acomodatiu s'observa en els subjectes exofòrics que el fet d'anteposar un prisma de base nasal té com a conseqüència una resposta acomodativa més positiva que en l'examen habitual, mentre que un prisma de base temporal fa totalment lo contrari tenint un efecte més negatiu en aquest mateix.

Respecte els individus endofòrics s'observa que l'efecte no és el mateix que els exofòrics i passa totalment lo contrari. Un prisma de base nasal afecta a la resposta acomodativa essent més negativa, mentre que un prisma de base temporal té com a conseqüència una resposta acomodativa més positiva. A l'estudiar la resposta acomodativa s'observa que les diferències no arriben ni a 0,25 diòptries esfèriques i que per tant clínicament no tenen cap efecte. D'aquesta manera podem dir que tant en un grup d'individus com l'altre es comporten de la mateixa manera.

En resum s'observa que els resultats obtinguts en la fòria associada, visió estereoscòpica, i retard acomodatiu no presenten diferències prou rellevants entre individus exofòrics i endofòrics.

## 6. CONCLUSIONS.

Després de l'anàlisi dels resultats, s'ha arribat a les següents conclusions principals respecte a l'estudi:

- Quan anteposem un prisma de 6  $\Delta$  de BN o BT la fòria varia en una magnitud aproximada d'entre 3.5-4 diòptries prismàtiques. Això implica una adaptació parcial al prisma i en els dos casos de magnitud similar.
- Quan posem un prisma de base nasal s'observa un efecte més gran en les reserves temporals, o de convergència, que en les nasals, o de divergència. Fins i tot es pot dir que en les reserves de base temporal no hi ha adaptació al prisma. Aquest diferent comportament és de gran utilitat clínica ja que la prescripció de prismes de base nasal es fa en casos d'exofòries i baixes habilitats de convergència.
- Quan posem un prisma de base temporal s'observa un efecte més gran en les reserves nasals, o de divergència, que en les temporals, o de convergència, encara que en tots dos casos existeix una adaptació parcial al prisma. Aquest diferent comportament és de gran utilitat clínica ja que la prescripció de prismes de base temporal es fa en casos d'endofòries i baixes habilitats de divergència.
- No existeix una gran influència en el fet d'induir una fòria (ja sigui amb base nasal o temporal) sobre la fòria associada. S'observa que la diferència en tots dos casos no arriba a la diòptria prismàtica essent un valor clínicament poc significatiu.
- Es pot apreciar que tot i que els prismes anteposats disminueixen la visió estereoscòpica, ho fan en un grau molt petit existint una diferència que no arriba a 10 segons d'arc. Aquesta diferència no és ni estadística ni clínicament significativa.
- Es considera que el fet d'anteposar un prisma ja sigui de base nasal o de base temporal no té un efecte clínic significatiu en el retard acomodatiu, existint diferències inferiors a 0,1 diòptria esfèrica.
- S'observen diferències clíniques prou rellevants entre subjectes endofòrics i exofòrics en les reserves temporals a l'anteposar 6 $\Delta$ BN. Mentre que en els exofòrics el canvi induït no arriba a 3  $\Delta$ , indicant una adaptació parcial al prisma, els individus endofòrics augmenten les seves reserves en 17  $\Delta$ . El que indica una resposta superior a la magnitud del canvi provocat.
- S'observa que els resultats obtinguts en la fòria associada, visió estereoscòpica, i retard acomodatiu no presenten diferències prou rellevants entre individus exofòrics i endofòrics.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

**Martinez Verdú, (2004).** Tipos de movimientos oculares. Fundamentos de visión binocular.

**North, Henson (1981).** Adaptation to Prism-Induced Heterophoria in Subjects with Abnormal Binocular Vision or Asthenopia.

**Ferrer R. J (1991).** Estrabismos y ambliopías, Ediciones Doyma.

**Pons, Á. M. i Martínez, F.M. (2004).** Fundamentos de visión binocular.

**Borras, M.R., Gispets. J, Ondategui, J.C, Pacheco, M., Sanchez, E. i Varón, C. (1999).** Optometría. Manual de exámenes clínicos.

**Catherine McDaniel, O.D., M.S and Nick Fogt, O.D., Ph (2010).** Vergence adaptation in clinical vergence testing.

**Javad Heravian, Seyyed Hosein Hoseini Yazdi, kram Ehyaei (2011).** Affect of Induced Heterophoria on Distance Stereoacuity by using the Howard Dolman Test.

**Tuff, L.C, A.Y. and Griffiths, H.J (2000).** Prism vergence measurements following adaptation to a base out prism.

**North R., B. Henson (1981).** Adaptation to Prism-Induced Heterophoria in Subjects with Abnormal Binocular Vision or Asthenopia.

**Miriam Kromeier, Christina Schmitt, Michael Bach and Guntram Kommerell (2003).** Stereoacuity versus fixation disparity as indicators for vergence accuracy under prismatic stress

**University Of California. School of Optometry. Berkley. California 94720 (1978).** The influence of rapid prism adaptation upon fixation disparity.

**Gutierrez. G. C., Optometría y entrenamiento visual (2002).** Medida de la foria en visión próxima: comparación entre posición primaria de mirada y posición inferior. [Disponible a <http://www.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/1/medida%20foria%20en%20cerca.pdf>]

**Faudziah Abd Manan, T.C.A. Jenkins, A.J. Colling. Department of Optometry, Faculty of Allied Health Sciences (2001).** The effect of clinical visual stress on stereoacuity measured with the TNO test.

**Gordon M. Redding. Yves Rossetti. Benjamin Wallace. (2004).** Applications of prism adaptation: a tutorial in theory and method.

**Matilla, M.T. Bueno, G. (2008).** Prescripción de prismas. Artículo publicado originalmente en la Revista Gaceta Óptica, Órgano Oficial del Colegio nacional de Ópticos Optometristas. España.

**Cotter Susan A. (1996).** Clinical uses of prism, Ed. Mosby.

**Puell Marín, M.C (2006).** Óptica Fisiológica. El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Editorial complutense

**Dr Silva D. Optometría avanzada y terapia visual neurocognitiva (2014).** Problemas Binoculares. [Disponible a <http://www.doctorsilva.es/index.php/problemas-visuales-en-los-ninos/problemas-binoculares>].

**Mel, A. C. i Firth, A. Y. (2002).** Is there a relationship between prism fusion range and vergence facility. University of Sheffield. Br Orthopt.

**Romero, J., García, J.A. i García, A. (1996).** Curso Introductorio a la Óptica Fisiológica. Ed Comares.

**Vera M. (2001).** Capítulo 9: Prismas oftálmicos. Ediciones UPC. `Disponible a <http://www.etpcba.com.ar/DocumentosDconsulta/OPTICA/TECNOLOG%C3%8DA%20%C3%93PTICA/OP00604C.pdf>

**Wesson, M.D., Massin, L.C. i Boyles, S.T. (1995).** Objective testing of vergence ranges. Optom Assoc: 1995; 66(6):338-42.

**Asbury, T. i Fredrick D.R. (2002).** Chapter 12: Strabismus. Ed. McGraw-Hill

**Borras, M.R., Gispets. J., Ondategui, J.C., Pacheco, M., Sanchez, E. i Varón, C. (1999).** Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento. Ed. UPC.

**Evans, B.J.W. (1997).** Pickwell's Binocular Vision Anomalies. Ed. Butterworth-Heinemann, Oxford.

**American Academy of Ophtalology (2014).** ¿Qué Es el Estrabismo? [Disponible a <http://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/estrabismo>]

## 8. ANNEXOS

### ANNEX I. Fitxes examen habitual.

#### Examen Habitual - 1

Nom del Pacient:

Nº Pacient:

Examinador:

Dia:

Observacions: Criteris inclusió

Habitual: Res ☐Ulleres ☐LC ☐

AV vp: UD \_\_\_\_\_ / UE \_\_\_\_\_

Cover Test Vp:

Foria Thorrington	
-------------------	--

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta
Randot										

Acomodació	
WAM Visió LLunyana (VII)	UD
	UE
WAM Visió Propera (VP)	UD
	UE

## Examen Habitual - 2

Nom del Pacient:

Nº Pacient:

Examinador:

Dia:

Observacions: Criteris inclusió

Habitual: Res ☐Ulleres ☐LC ☐

AV vp: UD \_\_\_\_\_ / UE \_\_\_\_\_

Cover Test Vp:

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Randot	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta

Acomodació	
WAM Visió LLunyana (VII)	UD
	UE
WAM Visió Propera (VP)	UD
	UE

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

Foria Thorrington	
-------------------	--

**Examen Habitual - 3**

Nom del Pacient:

\_\_\_\_\_

Nº Pacient:

Examinador:

Dia:

Observacions: Criteris inclusió

Habitual: Res ☐Ulleres ☐LC ☐

AV vp: UD \_\_\_\_\_ / UE \_\_\_\_\_

Cover Test Vp:

**Acomodació**

WAM Visió LLunyana (VII)

UD

UE

WAM Visió Propera (VP)

UD

UE

Foria Thorrrington

Reserves barra de prismes (1 lletra)

 $\Delta$  BN

Ruptura

Recuperació

 $\Delta$  BT

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta
<b>Randot</b>										

## Examen Habitual - 4

Nom del Pacient: \_\_\_\_\_

Nº Pacient: \_\_\_\_\_

Examinador: \_\_\_\_\_

Dia: \_\_\_\_\_

Observacions: Criteris inclusió

Habitual:      Res      ☐Ulleres      ☐LC      ☐

AV vp: UD \_\_\_\_\_ / UE \_\_\_\_\_

Cover Test Vp: \_\_\_\_\_

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta
Randot										

### Acomodació

WAM Visió LLunyana (VII)

UD

UE

WAM Visió Propera (VP)

UD

UE

Foria Thorrington	
-------------------	--

Reserves barra de prismes (1 lletra)

 $\Delta$  BN

Ruptura

Recuperació

 $\Delta$  BT



## ANNEX II. Fitxes exàmens induïts.

Examen 1:  $\Delta$  BT

Nº Pacient: \_\_\_\_\_

Dia: \_\_\_\_\_

Observacions: \_\_\_\_\_

Foria Thorrrington	
--------------------	--

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Randot	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta

Acomodació	
WAM Visió Propera (VP)	UD
	UE

## Examen 2: $\Delta$ BT

Nº Pacient: \_\_\_\_\_

Dia: \_\_\_\_\_

Observacions: \_\_\_\_\_

### Acomodació

WAM Visió Propera (VP)	UD
	UE

Foria Thorrington	
-------------------	--

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Randot	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta

## Examen 3: $\Delta$ BN

Nom del Pacient:

Examinador:

Observacions:

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Randot	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta

Foria Thorrington

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

Acomodació

WAM Visió Propera (VP)

UD

UE

## Examen 4: $\Delta$ BN

Nom del Pacient:

Examinador:

Observacions:

Acomodació	
WAM Visió Propera (VP)	UD
	UE

Reserves barra de prismes (1 lletra)		Ruptura	Recuperació
	$\Delta$ BN		
	$\Delta$ BT		

Foria Thorrington	
-------------------	--

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Randot	Esq.	Dreta	Esq.	Mig	Dreta	Mig	Esq.	Dreta	Mig	Dreta

Disparitat de Fixació: Unitat de Mallet	
---	--

**ANNEX III. Informació de l'estudi.****INFORMACIÓ****Estudi sobre l'efecte de lents i prismes en el sistema visual.****Objectiu de l'estudi:**

Participarà en un estudi per determinar l'efecte que tenen lents i prismes de baixa potència en els resultats de diferents variables de la funció acomodativa i binocular en VP. El tractament d'aquests resultats també formarà part d'uns Treballs Final de Grau realitzats per diferents estudiants del darrer curs de títol de Grau en Òptica i Optometria, a la FOOT.

Ha estat seleccionat com a possible participant d'aquest estudi donat que compleix els requisits que es demanen dins del protocol establert.

**Condicions de l'estudi:**

La prova estarà formada per un seguit de mesures que es duran a terme en dues sessions. És realitzaran a les instal·lacions de la FOOT, sense interferir en l'horari de classes.

No s'ha detectat cap tipus de risc en la realització de cap de les mesures ja que, en tot els casos, s'utilitzen tècniques no invasives.

Per qualsevol dubte o problema pot posar-se en contacte amb: Rosa Borràs.  
[rosa.borras@oo.upc.edu](mailto:rosa.borras@oo.upc.edu)

## ANNEX IV. Consentiment informat.

**CONSENTIMENT INFORMAT**

En/Na \_\_\_\_\_ amb DNI núm. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ i \_\_\_\_\_ anys d'edat, amb domicili a  
 \_\_\_\_\_ província de \_\_\_\_\_,  
 manifesto que he sigut informat per \_\_\_\_\_ sobre els detalls dels treballs que es realitzen  
 en el marc del **“Estudi sobre la concordança de resultats i la repetibilitat de diferents  
 mètodes per a la mesura de variables de binocularitat i acomodació ocular.”**

La meva decisió de participar en l'estudi és voluntària i els resultats que s'obtinguin els podré  
 utilitzar en la realització de les meves tasques acadèmiques.

Declaro que tots els meus dubtes i preguntes han sigut aclarits, que he entès tota la informació  
 que se m'ha proporcionat. Per això, dono el meu consentiment per a participar en l'estudi.  
 Estic d'acord en què les meves dades relatives a aquest estudi siguin guardades, procesades  
 electrònicament i transmeses, pel qual dono el meu consentiment per què es reveli la  
 informació necessària recollida durant l'estudi per a què pugui ser procesada i difosa a la  
 comunitat científica, sense que en cap moment sigui revelada la meva identitat, ja que entenc  
 que els meus drets de confidencialitat queden protegits.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma del pacient

Firma del investigador

ANNEX V. Qüestionari de símptomes.

CUESTIONARIO DE SINTOMAS

NOMBRE:

ID:

PREGUNTA	Nunca	No muy a menudo	Frecuente mente	Con cierta frecuencia	Siempre
1 ¿Siente sus ojos cansados cuando lee o trabaja de cerca?					
2 ¿Se siente incómodo cuando lee o trabaja de cerca?					
3 ¿Le duele la cabeza cuando lee o trabaja de cerca?					
4 ¿Siente sueño cuando lee o trabaja de cerca?					
5 ¿Pierde la concentración cuando lee o trabaja de cerca?					
6 ¿Tiene problemas para recordar lo que ha leído?					
7 ¿Presenta visión doble cuando lee o trabaja de cerca?					
8 ¿Siente que las palabras se mueven, saltan, nadan o parecen flotar cuando lee o trabaja de cerca?					
9 Tiene la sensación de que lee despacio?					
10 ¿Siente dolor en los ojos cuando lee o trabaja de cerca?					
11 ¿Siente sus ojos como inflamados cuando lee o trabaja de cerca?					
12 ¿Siente "tirones o punzadas" alrededor de los ojos cuando lee o trabaja de cerca?					
13 ¿Nota que las palabras se emborronan o se desenfocan cuando lee o trabaja de cerca?					
14 ¿Pierde el lugar cuando lee o trabaja de cerca?					
15 ¿Tiene que releer la misma línea de palabras cuando lee?					

Questionario para los síntomas de insuficiencia de convergencia (Boisling et al., 2003)